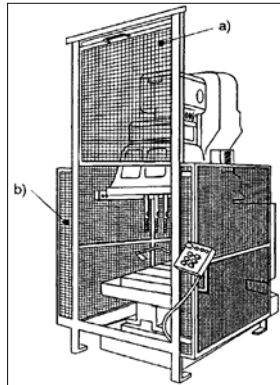




SSC

nuuk

Vakgroep WESP bijeenkomst 28 oktober 2009



Subsystem 1 guard interlock switches PFH _D = 1×10 ⁻⁷	Subsystem 2 speed sensors PFH _D = 2×10 ⁻⁷
--	--



"Theorie van SIL"

door
Herman Jansen

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

De nieuwe Machinerichtlijn

Observatie:

'De beproefde wijze van risico-evaluatie in de procesindustrie, wordt steeds meer toegepast in de machinesector.'



Advies:

'Maak gebruik van de procesindustrie ervaringen.'

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



Herman Jansen

Senior Safety Consultant SSC BV

- Facilitator HAZOP en FMEA studies
- Facilitator SIL classificatie & LOPA studies
- Uitvoeren SIL verificaties
- Leiden van HAZOP/ SIL workshops
- TÜV gecertificeerd voor Functional Safety
- Docent PHOV in Utrecht



06 5371 9379

jansen@safety-sc.com

www.safety-sc.com

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



Beveiligen: 'De tijger in de kooi houden'



- Is er een tijger, waar? (*gevaaridentificatie*)
- Hoe gevaarlijk is de tijger? (*risico-inschatting*)
- Zet kooi om de tijger (*beveiliging integreren*)
- Is de kooi voldoende stevig? (*verificatie van de beveiliging*)

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Procesindustrie

Overvullen van een destillatiekolom Texas Raffinaderij (2005)
15 doden/ >170 gewonden



De tijger ontsnapte...

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Machinesector

STORYBUILD	GEMIDDELD AANTAL GISAI-ONGEVALLEN PER JAAR				
	Overlijden	Blijvend letsel	Geen Blijvend letsel	Onbekend letsel	Overlijd
8.1 Bewegende delen van machines	5	286	53	55	1

Tabel 2 Activiteiten van gebruikers van de machine

ACTIVITEIT TOEN HET ONGELUK GEBEURDE	OMSCHRIJVING	% ongevallen
Bedienen van een machine	Bijv. aanzetten, afzetten, toevoer naar machine, weghalen van producten, controleren, afstellen	56%
Deblokkeren, vrijzetten of ontstoppen van een machine	Een defect aan de machine verhelpen terwijl de machine in bedrijf is (dit is niet hetzelfde als onderhoud)	18,6%
Schoonmaken van een machine	(Schoonmaken om een machine te ontstoppen of deblokkeren valt onder een andere categorie!)	12%
Onderhouden of ombouwen van een	Bijv. in elkaar of uit elkaar halen, inspecteren en testen	7,3%

Machine-ongevallen in 2002 en 2003 (797) Ref. <http://www.arbonieuwestijl.nl>

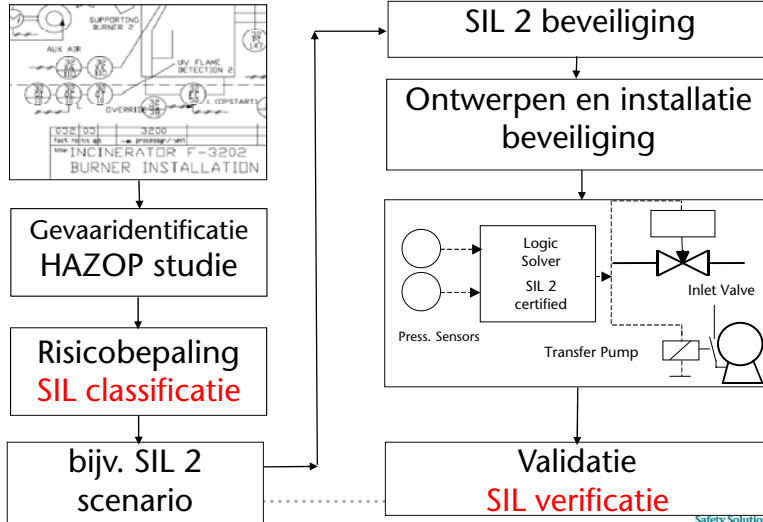
De tijger ontsnapte...

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Methodiek procesindustrie



SSC

Procesindustrie HAZOP/SIL brainstormsessies

Teamactiviteit;



*Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com*



SSC

Procesindustrie Risico's hebben betrekking op:

Veiligheid (mensen)



Milieu



Geld



Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Risico

Combinatie van
ernst van de gevolgen
en de
waarschijnlijkheid van voorkomen



Waarvan moet het risico bepaald worden?

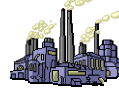
Met name de Loss of Containment scenario's
(stoffen komen uit de installatie, bijv. stoom, gas,
chloor).

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com

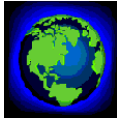


SIL normen

- NEN-EN-IEC 61508 Algemeen, moedernorm
- NEN-EN-IEC 61511 Procesindustrie
- NEN-EN-IEC 62061 Machineveiligheid *Zie opm.1*
- NPR-IEC/TR 62513 Guidelines for the use of communication systems in safety-related applications



'International Electrotechnical Commission'
is wereldwijde organisatie voor standaardisatie
Website: www.nen.nl/



Opm. 1: alternatieve norm ⇒ *NEN-EN-ISO 13849-1*

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



NEN-EN-IEC 61508 / 61511/ 62061

- Betrouwbaarheid beveiliging baseren op hoogte van risico.
- Betrouwbaarheid uitdrukken als Safety Integrity Level (1- 4).
- Alle life cycle fasen (specificatie – ontwerp - installatie – ingebruikname– bedrijf – onderhoud – wijzigingen na ingebruikname).
- Managementactiviteiten waarborgen (bijv. planning, bekwaamheid van personeel).
- Betrouwbaarheid dient geverifieerd te worden.

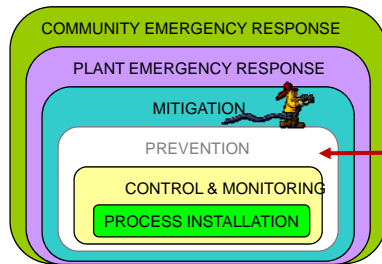
Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Procesindustrie Wat is SIL classificatie?

Inschatten risico (veiligheid, milieu, geld) en hoogte van risico uitdrukken als 'SIL'.



*SIL classificatie:
bepalen of deze 'laag' nodig is
en als dat zo is, wat de
integriteit dient te zijn.*

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Volgorde van beveiligingsmethodes

- Inherent beveiligen
- Mechanisch (breekplaat, veerveiligheid) of Instrumenteel beveiligen
- Procedurele beveiliging (als het niet anders kan)

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com

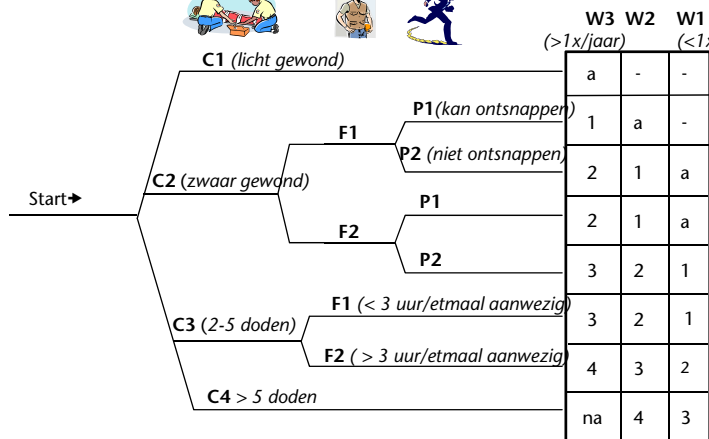


SSC

Procesindustrie SIL classificatie Risicograaf



Hoe vaak scenario voorkomt



←SIL niveaus

SIL 4 geeft het hoogste risico weer.

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Procesindustrie Risicomatrix milieurisico's


	Milieuschade	W3 >1x per jaar	W2 1x per 1-10 jr	W1 <1x per 10 jr
C0	Geen	0	0	0
C1	Beperkt	SIL 1	SIL a	0
C2	Ernstig	SIL 2	SIL 1	SIL a
C3	Tijdelijk zeer ernstige vervuiling	SIL 3	SIL 2	SIL 1
C4	Langdurige schade	SIL 4	SIL 3	SIL 2

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Procesindustrie Risicomatrix financiële risico's

	Financieel verlies	W3 >1x per jaar	W2 1x per 1-10 jr	W1 <1x per 10 jr
C1	< 10 keuro	SIL a	0	0
C2	< 100 keuro	SIL 1	SIL a	0
C3	< 1000 keuro	SIL 2	SIL 1	SIL a
C4	< 10.000 keuro	SIL 3	SIL 2	SIL 1
C5	> 10.000 keuro	SIL 4	SIL 3	SIL 2

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com

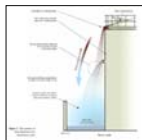


SSC

Procesindustrie Van scenario naar beveiliging

$SIL_{scenario}$ is de zwaarste van [$SIL_{veiligheid}$ / SIL_{milieu} / SIL_{geld}]

Voorbeeld:

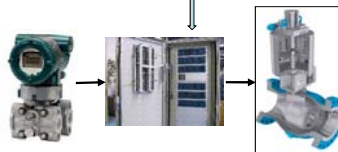


$SIL_{veiligheid} = SIL 2$
 $SIL_{milieu} = SIL 1$
 $SIL_{geld} = SIL 3$

→ $SIL_{scenario} = SIL 3$

Dus de beveiliging moet voldoen aan SIL 3

SIL	Typering
a	Geen 'SIL'-beveiliging
1	Lichte beveiliging
2	Degelijke beveiliging
3	Zware beveiliging
4	Zeer zware beveiliging

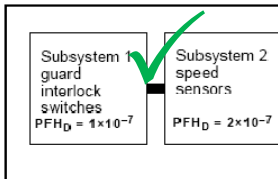


Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



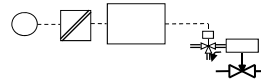
SSC

SIL verificatie



Aantonen dat de beveiliging voldoet aan de SIL eisen;

1. Identificatie van de beveiliging
2. Juiste functie
3. Onafhankelijk van regeling
4. Architectuur (redundantie) correct
5. Faalkans voldoende laag



SIL	PFD
1	$< 10^{-1}$
2	$< 10^{-2}$
3	$< 10^{-3}$
4	$< 10^{-4}$

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Operationele lifetime fase

- Implementatie van een onderhoud- en testprogramma.



- Borging middels een Veiligheid Beheers System.



Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Machinesector - Er moet voldaan worden aan:

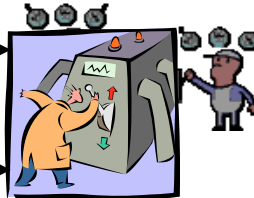
Sociale Richtlijnen

Arbo-wet, Arbeidsomstandighedenbesluit

&

Product Richtlijnen

O.a. Machinerichtlijn (Warenwetbesluit Machines)



Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com

L 157/24

NL

Publicatieblad van de Europese Unie

9.6.2006

RICHTLIJN 2006/42/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD
van 17 mei 2006
betreffende machines en tot wijziging van Richtlijn 95/16/EG (herschikking)
(Voor de EER relevante tekst)

“De **machine** moet zodanig ontworpen en gebouwd zijn dat zij bediend, afgesteld en onderhouden kan worden **zonder dat personen aan een risico worden blootgesteld**, wanneer deze handelingen onder de vastgestelde omstandigheden worden verricht, tevens rekening houdend met redelijkerwijs voorzienbaar verkeerd gebruik.”

Maak gebruik van geharmoniseerde normen

- *Maken de eisen uit de richtlijnen concreet*
- *Geven zgn. ‘vermoeden van overeenstemming’*
- *Geven ‘stand der techniek’ weer*

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Relevante geharmoniseerde normen

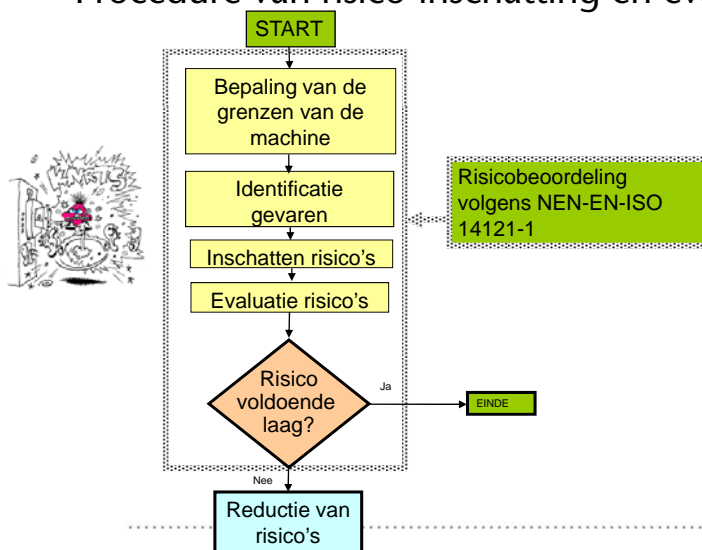
- **NEN-EN-ISO 14121-1:** Veiligheid van machines — Risicobeoordeling Deel 1: Principes
- **NEN-EN-ISO 13849-1:** Veiligheid van machines — Onderdelen van besturingsystemen met een veiligheidsfunctie — Deel 1: Algemene regels voor ontwerp
- **NEN-EN-IEC 62061** Veiligheid van machines - Functionele veiligheid van elektrische, elektronische en programmeerbare systemen met een veiligheidsfunctie

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Procedure van risico-inschatting en evaluatie



Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Risicoreductie procedure (ref. NPR-ISO 14121-2)

1. Gevaar wegnemen.

Ontwerp aanpassen, bijv. 'vervanging gevaarlijke stof'.

2. Ernst van de verwondingen verminderen.

Ontwerp aanpassen, bijv. lagere snelheid.

3. Blootstelling aan het gevaar verlagen.

Ontwerp aanpassen, bijv. automatisch verwijderen product.

4. Verlagen kans op gevaarlijke gebeurtenissen.

*Ontwerp aanpassen, bijv. **Betrouwbare beveiligingen integreren.***

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Voorbeeld Risicoreductie pallettransport



Pallet

Looppad

Transport kettingen

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Machinesector Risico-inschatting (ref. NPR-ISO 14121-2)

“Purpose: To identify hazards, and to estimate and evaluate risk so that it can be reduced”.

“Hazard identification is the most important step in any risk assessment”

“The choice of a specific method or tool is less important than the process itself. The benefits of risk assessment comes from the discipline of the process rather than the precision of the results: as long as a systematic approach is taken to get from hazard identification to risk reduction, all the elements of risk are considered”.

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Gevaren



- Beknellen
- Afsnijden / afknippen
- Stoten / steken
- Intrekken
- Vastraken, opwickelen
- Wrijven / schaven



- Branden
- Elektrische gevaren
- Gehoorbeschadiging
- Vergiftiging
- Foute ergonomie

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



Te onderscheiden gebruiksfasen

- Productie
- Schoonmaken
- Onderhoud

Voor iedere gebruiksfase dient helder te zijn wat de gevaren en de risico's zijn.

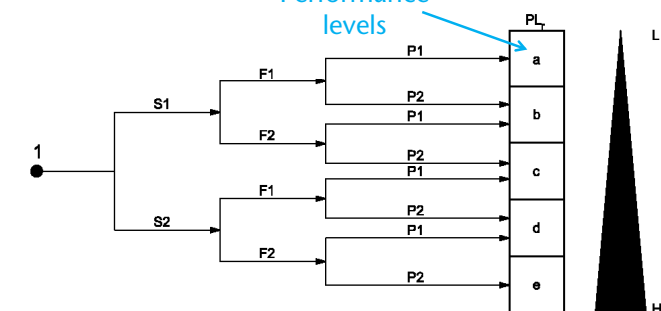


Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



Risicograaf uit NEN-EN-ISO 13849-1

Performance levels



Key

- 1 starting point for evaluation of safety function's contribution to risk reduction
- L low contribution to risk reduction
- H high contribution to risk reduction
- PL_r required performance level

Risk parameters:

- S severity of injury
- S1 slight (normally reversible injury)
- S2 serious (normally irreversible injury or death)
- F frequency and/or exposure to hazard
- F1 seldom-to-less-often and/or exposure time is short
- F2 frequent-to-continuous and/or exposure time is long
- P possibility of avoiding hazard or limiting harm
- P1 possible under specific conditions
- P2 scarcely possible

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com

Figure A.1 — Risk graph for determining required PL_r for safety function



SSC

Risicomatrix uit NPR-ISO 14121-2

Table A.19 — Example of completed hybrid method form

Document no.: 684
Part of doc. no.: 672

Risk assessment and protective measures

Product: Oscillating drive
 Issued by: <Name>
 Date: 2007-09-17

Pre-risk assessment
 Intermediate risk assessment
 Follow-up risk assessment

Black area = Safety measures required
 Grey area = Safety measures recommended

Consequences	Severity Se	Class Cl (Fr + Pr + Av)					Frequency Fr	Probability Pr	Avoidance Av
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15			
Death, loss of eye or arm	4						≤ 1 h 5	Very high 5	
Permanent injury, loss of fingers	3						> 1 h to ≤ 24 h 5	Likely 4	
Reversible injury, medical attention	2						> 24 h to ≤ 2 w 4	Possible 3	Impossible 5
Reversible injury, first aid	1						> 2 w to ≤ 1 y 3	Rarely 2	Possible 3
							> 1 y 2	Negligible 1	Likely 1

Serial no.	Hazard no.	Hazard	Se	Fr	Pr	Av	Cl	Protective measure	Ade- quately safe
1	2	Shock from live parts							Yes
2	1	Finger crushing	3	4	2	3	9	Interlocking guard	
3	1	Finger between moving pin and frame	2	3	2	3	8	Interlocking guard	

"This method has been found to be most useful when conducted by a team"

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com

Voorbeeld Annex A, IEC 62061

Consequences	Severity Se	Class Cl				
		3 - 4	5 - 7	8 - 10	11 - 13	14 - 15
Death, loosing an eye or arm	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Permanent, loosing fingers	3		OM	SIL 1	SIL 2	SIL 3
Reversible, medical attention	2			OM	SIL 1	SIL 2
Reversible, first aid	1				OM	SIL 1

SIL afhankelijk van letselernst (Se) en waarschijnlijkheid van voorkomen (Cl).

[Cl = Fr + Pr + AV]

OM=Other Measures

Deze kolom geeft 'min of meer' default aan

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



gebaseerd op IEC 62061, Annex A

SSC

Risicomatrix machineveiligheid SSC

Letsel waarschijnlijkheid parameters ↓	Weegfactoren					Score
	1	2	3	4	5	
Blootstelling >10min →	<eens/5 jr	>eens/5 jr	>eens/ jr	>eens/2wk	>eens/dag	..
Frequentie < 10min →	<eens/ jr	>eens/ jr	>eens/2wk	>eens/dag	>eens/uur	
Menselijk gedrag	ervaren geen stress	erv&str, o-erv&g-str.	onervaren, stress	-	-	..
Machinegedrag	voorspelbaar	niet voorspelbaar	-	-	-	..
Afwendbaarheid	meestal	soms	onmogelijk	-	-	..

Deze kolom geeft 'min of meer' default aan

Letsel ernst(Se) ↓ - waarschijnlijkheid →	CI=4-5 laag	CI=6-8 mogelijk	↓ CI=9-11 hoog	CL score: CI=12-13 Zeer hoog
1 Bezoek Eerste Hulp	-	-	SIL a	SIL 1
2 Bezoek arts	-	SIL a	SIL 1	SIL 2
3 Verlies vinger	SIL a	SIL 1	SIL 2	SIL 3
4 Verlies oog of arm	SIL 1	SIL 2	SIL 3	Not Accept.

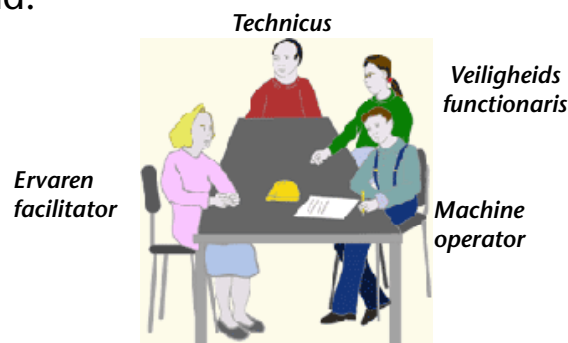
Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Gevaaridentificatie en SIL classificatie

Brainstorm sessie, Uit te voeren door team, bijvoorbeeld:



NPR-ISO14121-2:

The team should bring together knowledge, experience and expertise”.

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Evaluatie SIL methodieken

- Machinescenario: gevaar: verlies arm.
- Gebruik: eens per 2 jaar, blootstelling 15 minuten.
- Operator is getraind, er zijn procedures, geen stress.
- Machinegedrag is voorspelbaar.
- Gevaar is meestal af te wenden.

<i>SIL methodiek</i>	<i>Integriteit</i>
Matrix SSC	SIL 1
Matrix IEC 62061 Annex A	SIL 2
Risicograaf uit industrie	SIL 1
Risicograaf Annex A, ISO 13849-1	PL c (~SIL 1)

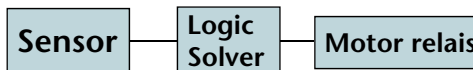
Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

SIL verificatie

Safety Related
Electrical
Control System



Aantonen dat de beveiliging voldoet aan de bepaalde SIL.

- Functioneel*
- Systematic safety integrity* (SIL Claim Limit)
- Architectuur* (HardWare Fault Tolerance, SIL Claim Limit)
- Probabilistisch* (Probability of dangerous Failure per Hour)

Werk voor een specialist

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com



SSC

Aanbevelingen:

1. Richt de aandacht in eerste instantie op bestaande gevaarlijke machines of nieuw te plaatsen machines.
2. Schat de gevaren en risico's brainstormend in met een team (in bedrijf fase, schoonmaken, onderhoud), Methodiek (SIL, PL) is minder van belang.
1. Zorg vervolgens voor adequate en betrouwbare beveiligingen.
2. Verifieer of de beveiligingen aantoonbaar voldoende betrouwbaar zijn.
3. Leg relevante info vast, zorg voor goede instructies voor bediening, schoonmaken, onderhoud en functie tests.
4. Borg alle relevante activiteiten.

Safety Solutions Consultants BV
www.safety-sc.com