



Hoe kunnen indicatoren bijdragen tot het voorspellen van majeure ongevallen?

Peter Schmitz, HSE manager OCI Nitrogen, Geleen

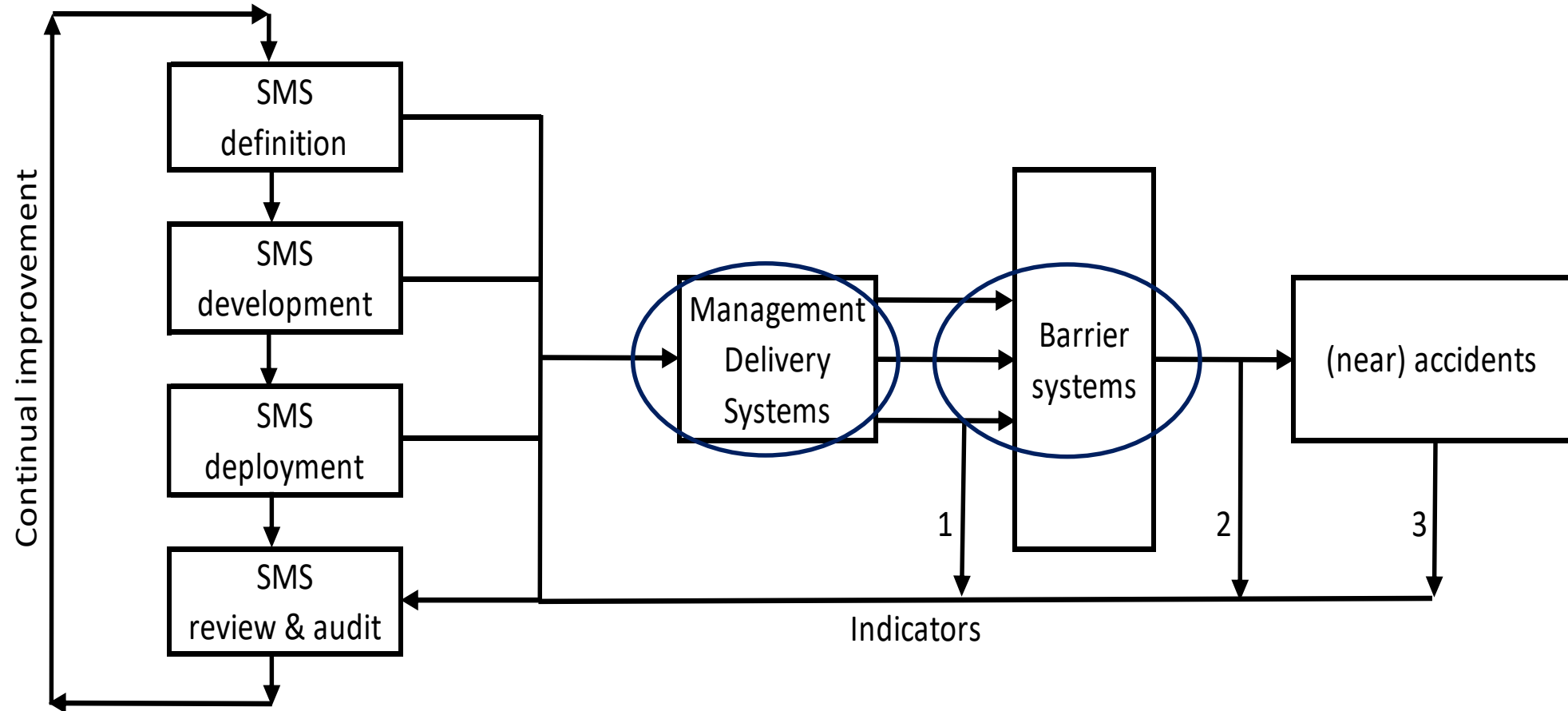
## Even voorstellen

---

- Peter Schmitz
- Werkzaam als HSE manager bij OCI Nitrogen in Geleen
- Vanaf 1987 werkzaam in de chemische industrie
- Doctoraal onderzoek bij TU Delft



# Process safety indicatoren op allerlei niveaus



# Het ammoniak productieproces

## Process condities

Druk: vacuum -> 220 bar

Temp.: -180 → 1000C

Stoffen:

$\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$

## Procesgevaren

Vuurkegel (jet fire)

Wolkbrand (flash fire)

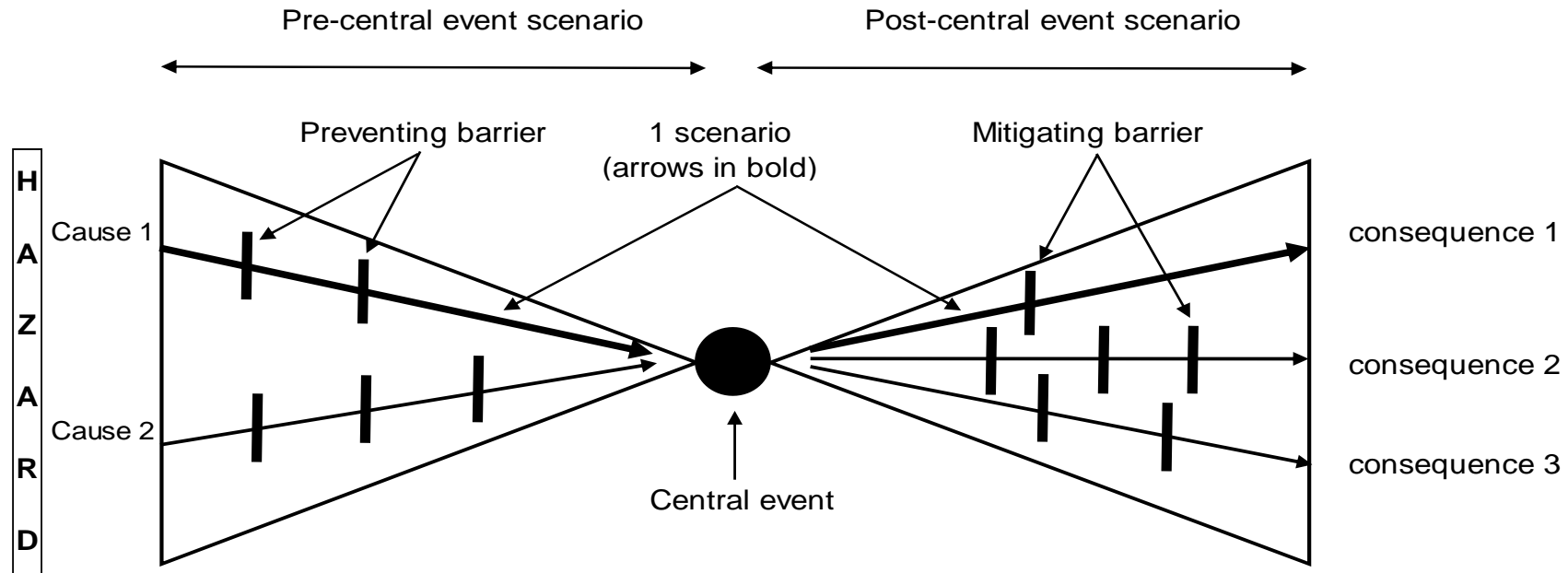
Toxische wolk met  $\text{NH}_3$

Explosie

(Stoom ontsnapping)

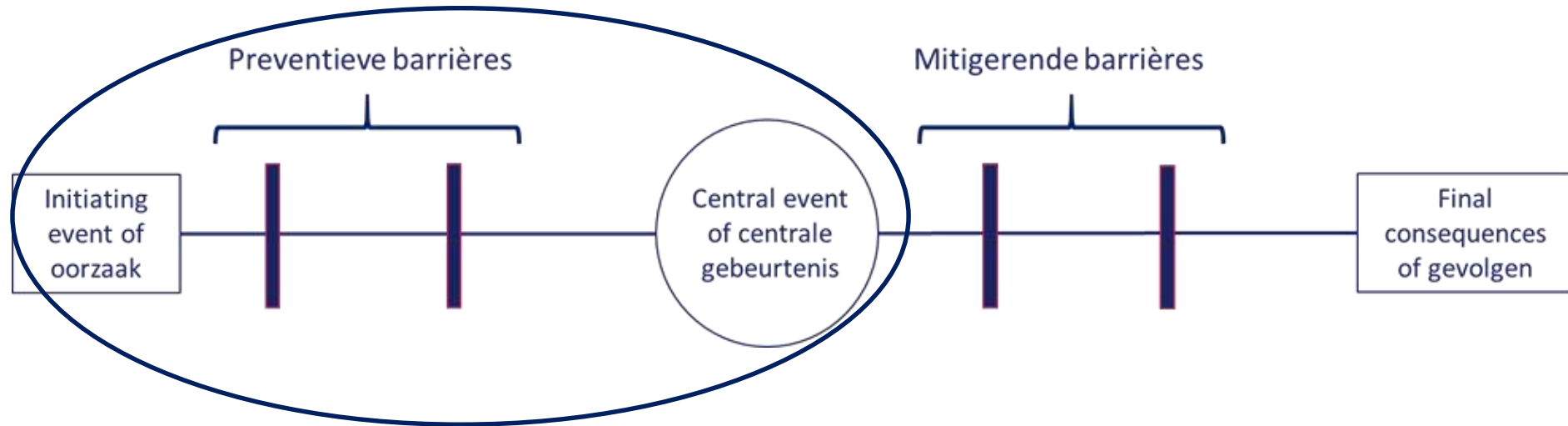


# Het ongevalsproces in een bowtie



Linkerzijde bow-tie	Centrale gebeurtenis	Rechterzijde bow-tie	
Gevaar	Effect bij een LoC <sup>6</sup>	Gevolg	
Energie, brandbare & toxische stoffen	Warmtestraling	Verbranding	} Slachtoffers, gewonden, schade en/of productiederving
	Overdruk	Inwendig letsel	
	Toxische concentratie	Vergiftiging	

# Het (preventieve) barrière systeem – de kwaliteit

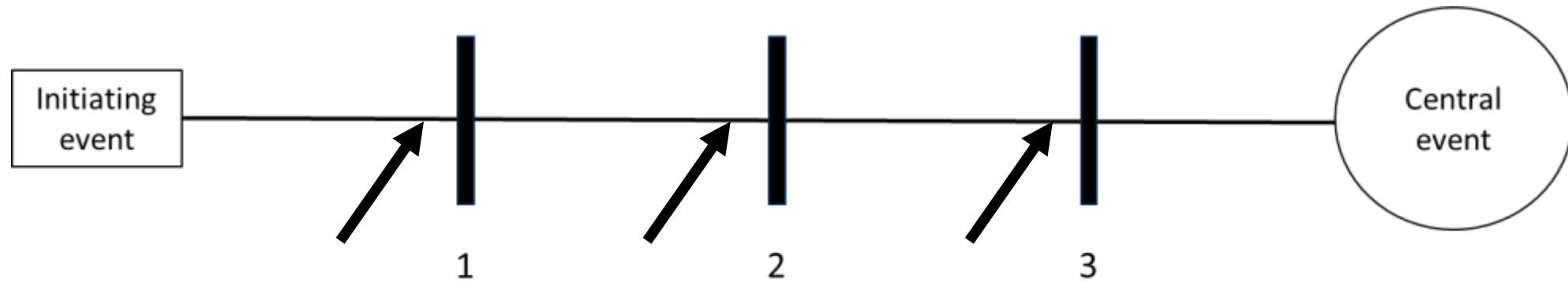


- De waarschijnlijkheid van de centrale gebeurtenis hangt (mede) af van de kwaliteit van het barrièresysteem
- De kwaliteit van barrières gaat achteruit doordat ze bijvoorbeeld slijten, verlopen, vervuilen, degraderen, worden aangetast of defect raken
- De verandering van kwaliteit van een barrière kan worden bepaald aan de hand van twee parameters:
  - Betrouwbaarheid/beschikbaarheid
  - Effectiviteit
- Barrières kunnen ook (bewust) onwerkzaam worden gemaakt

De kwaliteit van het barrièresysteem is een indicator

## Het (preventieve) barrière system – het aanspreken

---



- De kans op de centrale gebeurtenis is groter naarmate
  - Het scenario zich meer ontwikkeld heeft
  - Er minder barrières over zijn

Het aanspreken van het barrièresysteem is een indicator

## Relatieve risico reductie in logaritme

---

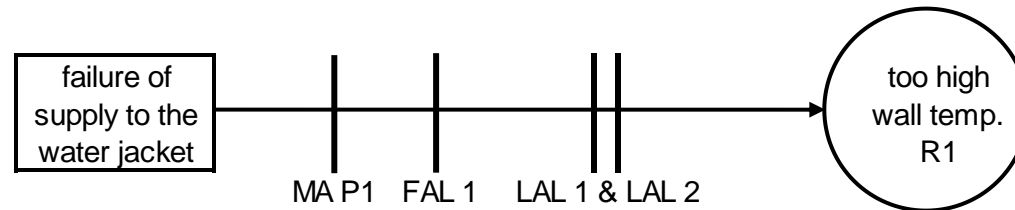
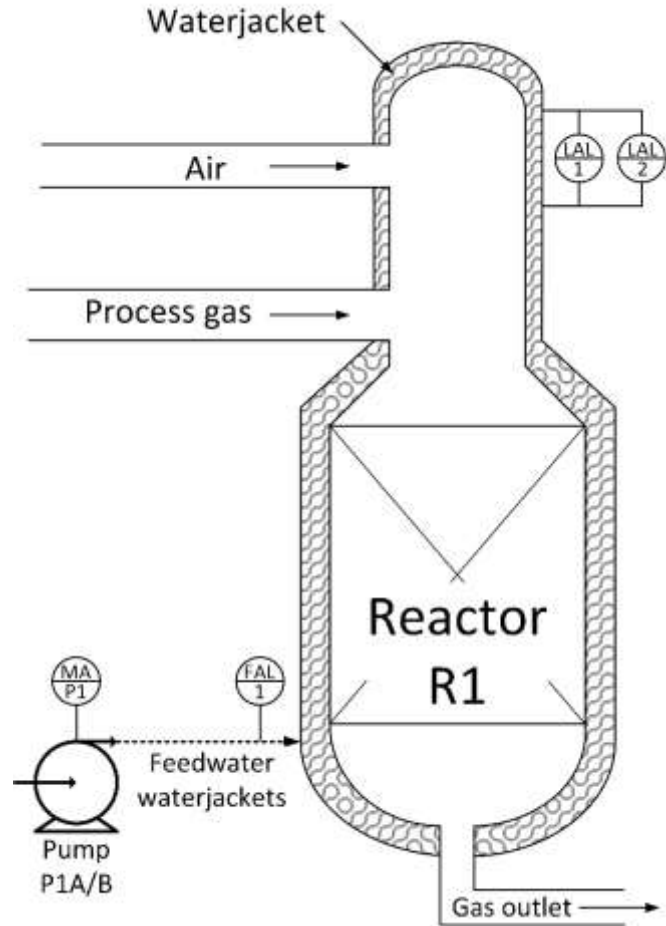
Zowel de kwaliteit – uitgedrukt in betrouwbaarheid/beschikbaarheid en effectiviteit – als het aangesproken zijn van het barrièresysteem geven een indicatie van de ontwikkeling van ongevalsscenario's en de waarschijnlijkheid van de centrale gebeurtenis.

De preventieve barrière indicator is gebaseerd op de resterende risicoreductie t.o.v. de risicoreductie volgens ontwerp

	100%	75%	50%	25%	0%
<b>RRRL</b>	RRRL>75%	50%< RRRL ≤75%	25%<RRRL≤50%	RRRL≤25%	
<b>Prev. barrier indicator</b>	green	yellow	orange	red	



# Een voorbeeld – de naverbrander (1)



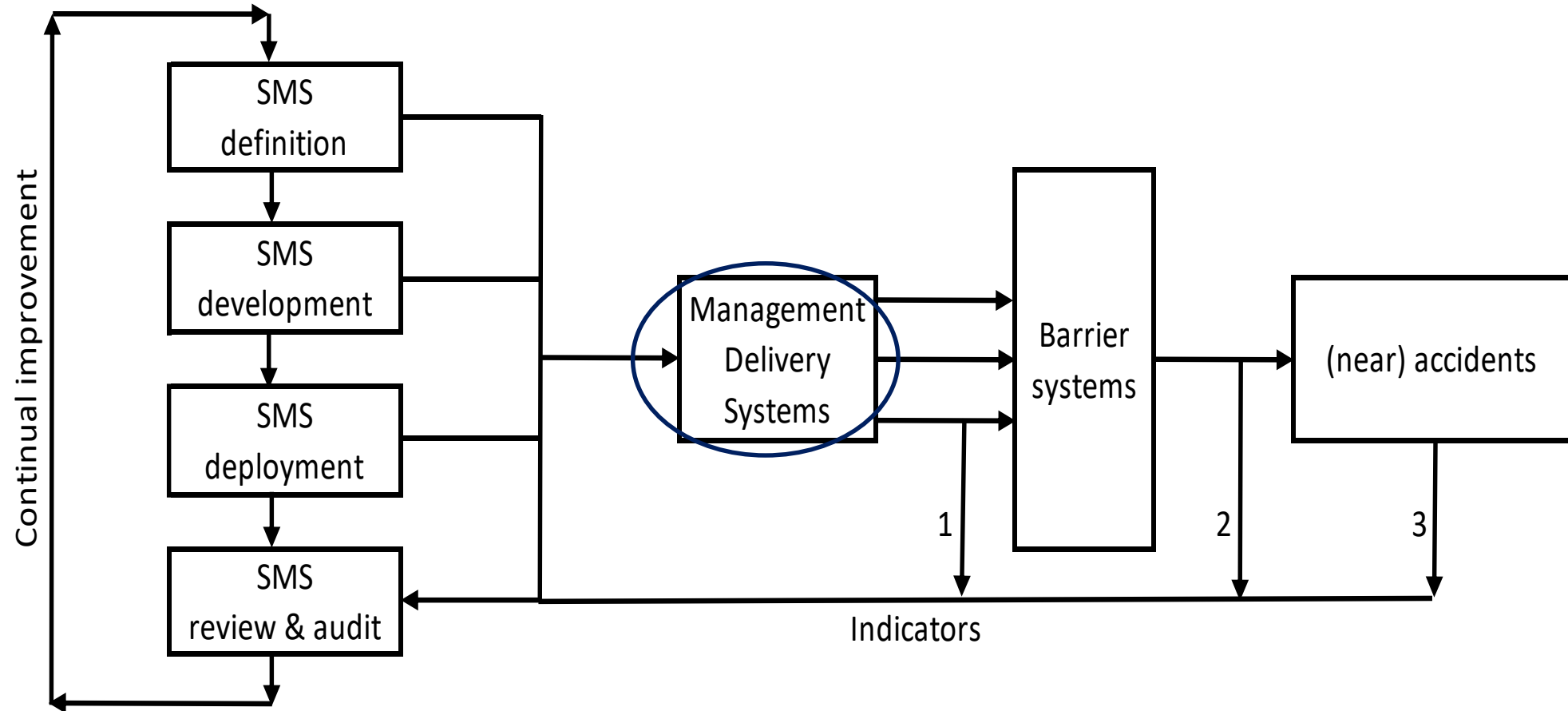
# Een voorbeeld – de naverbrander (3)

Ammonia Plant 2	Ammonia Plant 3	Other units
Reformer and CO shift	Reformer and CO shift	Purge gas recovery
CO Removal	CO Removal	NH3 storage and loading
Methanation	Methanation	NH3 skid
Compression	Compression	
Synthesis loop	Synthesis loop	
NH3 cooling	NH3 cooling	

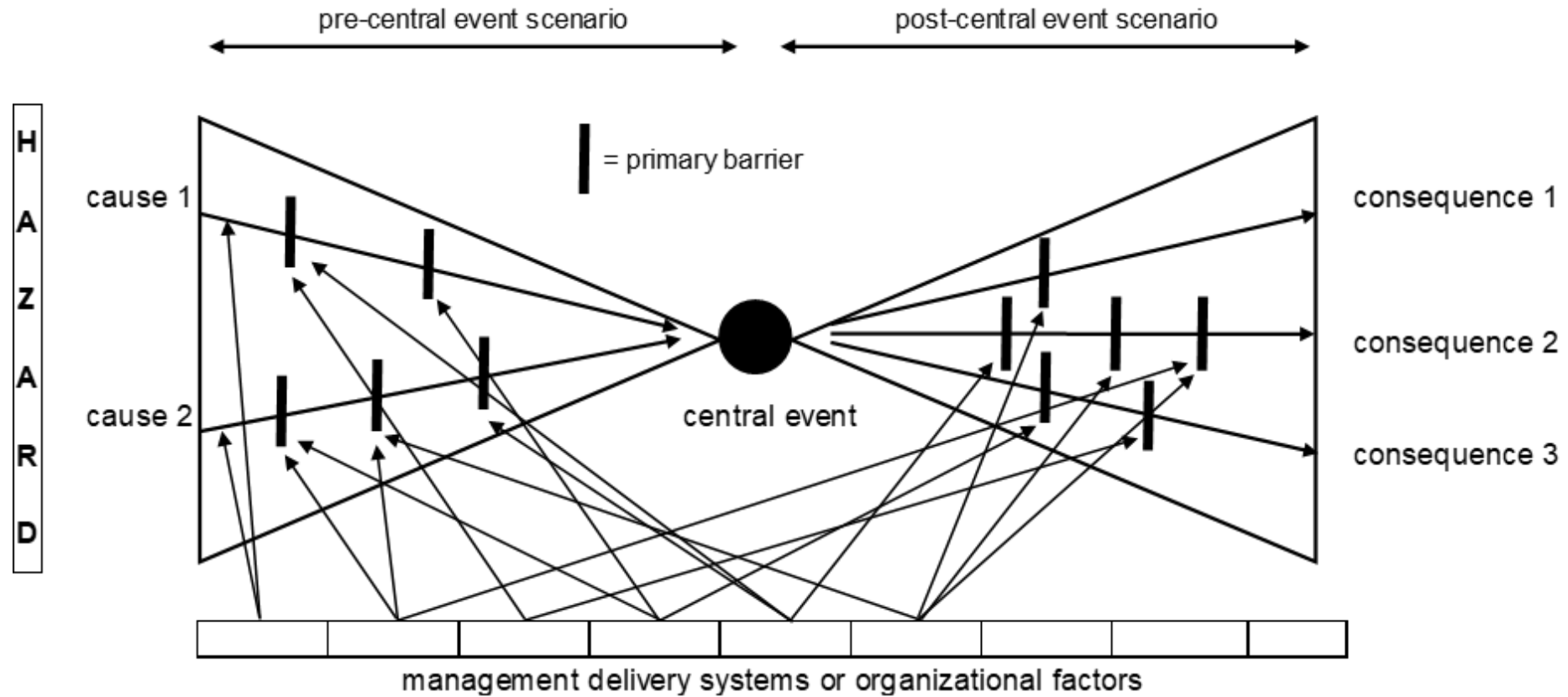
Reformer and CO shift	
R3101-1	H3208-TS
A3104	R3201
A3105	H3201-TS
R3102	H3202-SS
V3104	R3202
V3105	H3203-TS
R3103AB	H3206-TS
A3102	V3210
H3101-TS	H3207-SS
H3102AB-SS	V3201

R3102											
Failure of water supply to jacket		MA P3403AB		FIAL1110		LAL1107		LAL1111			
Too much air at start-up		FICAH1011		TIAH1092		TSH1092					
Too little process gas at start-up		FSL1015/24/25		TIAH1092		TSH1092					
Erosion of refractory		LC1108/1112		FAIH1110		LAL1107		LAL1111			
Leaking waterjacket		Inspection		LC1108/1112		FAIH1110		LAL1107		LAL1111	
Creep / HTHA		Refractory		LC1108/1112		FAIH1110		LAL1107		LAL1111	

# Process safety indicatoren op allerlei niveaus



# De bowtie en de management delivery systems

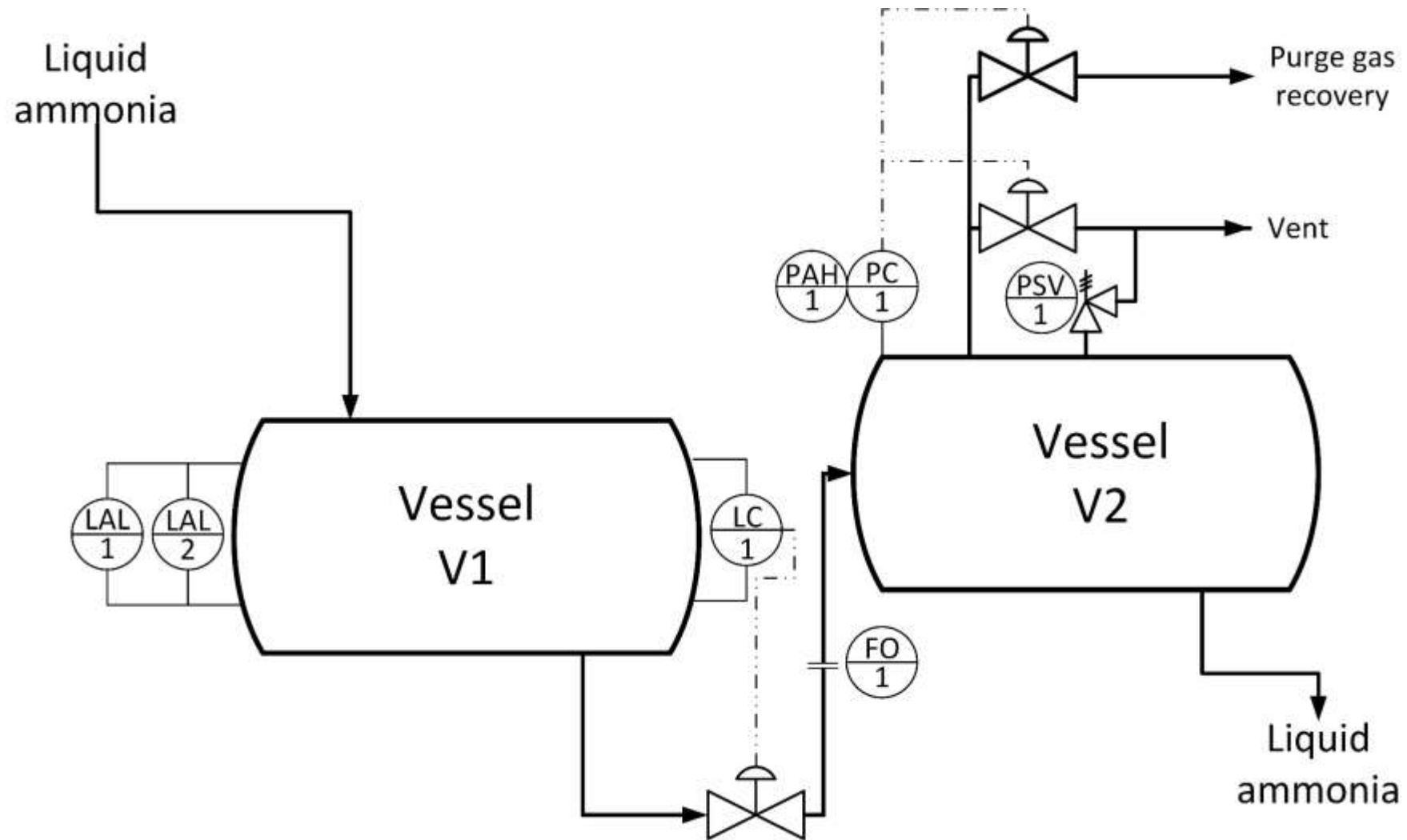


# Management delivery systems of organisational factors

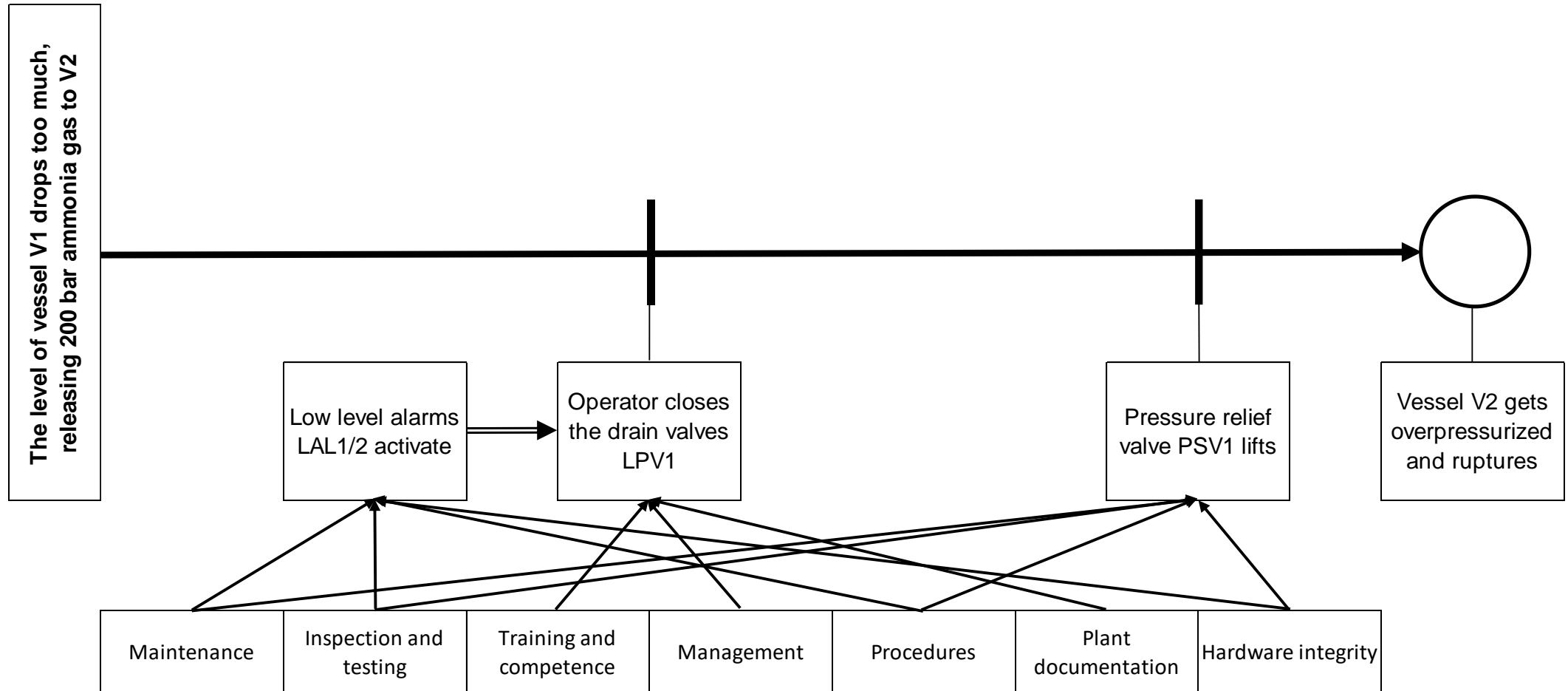
---

- Maintenance
- Inspection & testing
- Training & competence
- Management
- Procedures
- Plant documentation
- Communication & coordination
- Plant design & operations
- Hardware integrity

## Een voorbeeld – overdruk in V2



# Overdruk in V2 – de management delivery systems



# Inspectie en testen

---

Management delivery system	Plan / implementation	In-depth questions
<b>Inspection and testing</b>	<p><b>Plan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspection plan</li> <li>• Quality goals</li> <li>• strategy regarding outstanding activities</li> <li>• Inspection and test procedures</li> </ul> <p><b>Implementation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspection &amp; testing backlog</li> <li>• Quality of work and reporting</li> <li>• Action follow-up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Who drew up the plan?</li> <li>• Who has checked and approved the plan?</li> <li>• What is in the plan (selection, planning)?</li> <li>• Are third parties, “certified bodies” involved?</li> <li>• What goals have been set?</li> <li>• Are the plan and goals known?</li> <li>• Is there a plan regarding outstanding activities?</li> <li>• Are the plan, goals and strategy periodically evaluated?</li> <li>• What is the quality of the inspection and test protocols?</li> <li>• Who has checked and approved these protocols?</li> <li>• Do the protocols meet standards and legislation?</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Are the inspectors sufficiently qualified?</li> <li>• How and to whom is reported?</li> <li>• Who assesses and approves the reports?</li> <li>• What should be done in case of deviations?</li> <li>• Who assesses and approves repairs and corrective actions?</li> <li>• To what extent has the plan been implemented according to schedule?</li> <li>• How many inspections meet the set quality?</li> <li>• When is the inspection backlog too extensive?</li> <li>• How is the follow-up of actions arranged?</li> <li>• Is the implementation process periodically evaluated?</li> </ul>

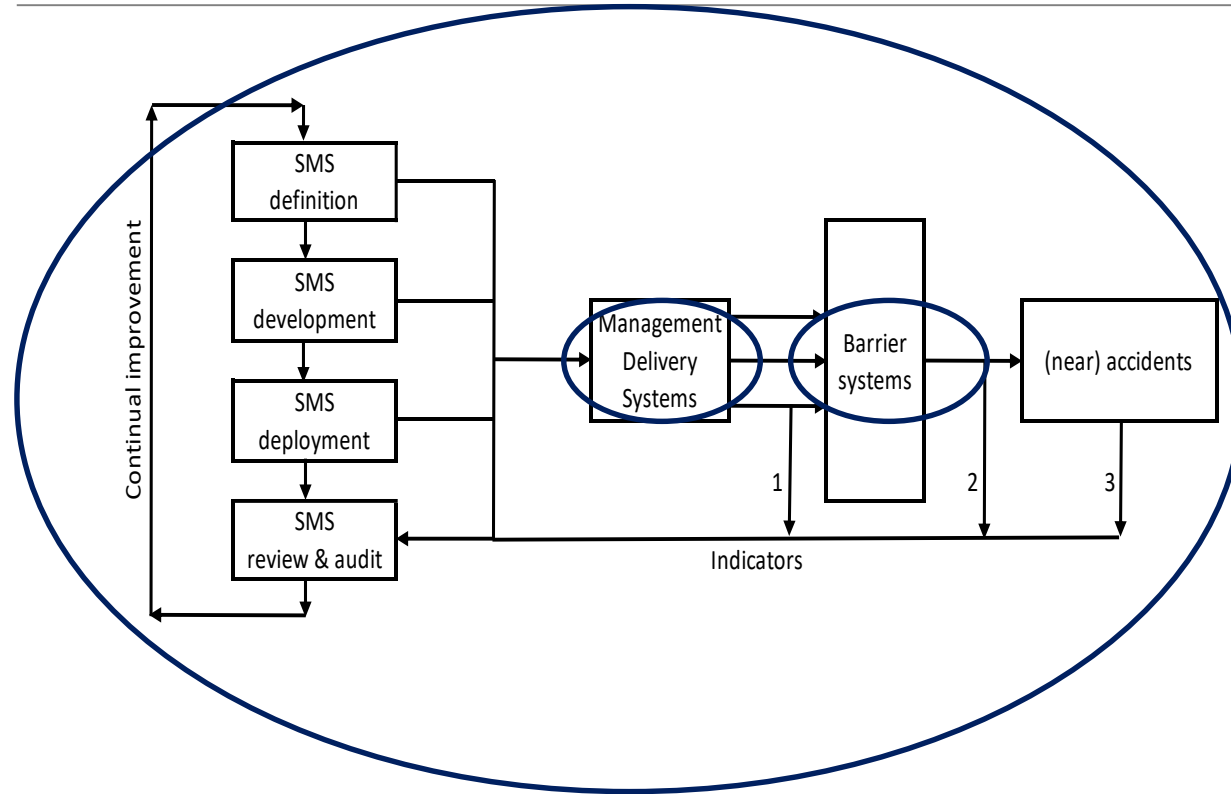


# Management delivery systems

---

- Meet eerst kwalitatief, dan pas kwantitatief
  - Goedkeuring inspectie en test protocollen: minstens 90% geaccordeerd door een derde partij voor uitvoering
  - Protocollen die voldoen aan W&R: minstens 75% voldoet
  - Kwalificaties van inspecteurs: geen on- of ondergekwalificeerde inspecteurs
  - Reportages: Minstens 75% is gecontroleerd door een peer inspecteur binnen de afgesproken tijd
  - Inspectie achterstand: 90% inspecties zijn op tijd en de eerste keer goed
  - Actie opvolging: geen acties ouder dan 1 maand
- Audits en peer reviews: elke 3 à 4 jaar, self-assessments: elk jaar
- Organisatorische factoren zijn niet-technisch van aard en moeten worden beschouwd als werkprocessen en procedures waarin menselijk handelen en besluitvorming de boventoon voeren
  - Juiste vragende houding
  - Interpersoonlijke relaties
  - Communicatie en samenwerking

# Samengevat



Process safety indicatoren op twee niveaus:

- Preventieve barrière systeem
  - Kwaliteit (betrouwbaarheid/beschikbaarheid en effectiviteit)
  - Aangesproken
- Management delivery systems
  - 9 stuks
  - Audits, peer reviews, self-assessments
  - Sommige kunnen fouten bevorderen en latent, gevaarlijke condities veroorzaken

Daarnaast zijn er op een hoger management niveau ook indicatoren te beschouwen:

- Gedecentraliseerde organisatie structuur
- Beloning systeem
- Kosten reductie (onderhoud, opleiding)
- Aandacht van het topmanagement aan (proces)veiligheid