KiK|MPi
Kennis- en innovatiecentrum Maintenance Procesindustrie

BEMAS

Interreg
EUROPESE UNIE
Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

Reductie van water, chemicaliën en energie bij industriële reiniging

Hans Borgt (Dow),
Jos Dingemans (Evonik)
Pádraig Naughton
(HZ University of Applied Sciences)

15 December

Project: circulair onderhoud

Vier deelthema's

1. Levensduurvoorspelling en levensduurverlenging
2. Materiaalefficiëntie
3. Ketenvernieuwing/deeleconomie
4. Hergebruik van apparatuur

Activiteit 5.1: Minimaliseren afvalstromen bij industrieel reinigen

Het optimaliseren van industrieel reinigen kan een aanmerkelijke bijdrage leveren aan de circulariteit van assets

- door de levensduur van onderdelen te verlengen en
- hun energieverbruik en afvalproductie te reduceren.
- ook veiligheid is een primaire driver.

Grote vraag is welke techniek het meest efficiënt en effectief is?

Het reinigen van industriële installaties en hun onderdelen leidt tot flinke afvalstromen: miljoenen liters vervuild water. Met nieuwe effectieve reinigingstechnieken en waterzuiveringstechnieken kan veel winst behaald worden. Momenteel zijn er echter weinig incentives om circulair te reinigen. De industrie is gewend chemische afvalstromen te verwerken en water is als commodity goedkoop.

Bijna voor elk type cleaning is een betere technische oplossing beschikbaar met een significante forse impact op levensduur(/circulariteit/afval), maar bedrijven kiezen hier nog niet altijd voor. Een voorbeeld is de recente doorbraak van het toepassen van laser cleaning. Het breed toepasbaar maken van deze technologie heeft een grote impact op veiligheid en afvalreductie.

Output van deze activiteit:

- een beslismodel wat bedrijven ondersteunt in de keuze voor industrieel reinigingstechniek.
- Het beslismodel biedt alternatieve IR technieken met een voetafdruk reductie ten opzichte van de huidige methodieken voor minimaal 5 veel voorkomende reinigingsactiviteiten.
- Daarbij zijn de bedrijfseconomische aspecten ook meegenomen waardoor de industrie breed en weloverwogen beslissingen kan nemen.
- Middels de uitkomsten van een aantal praktijk cases wordt het model gevalideerd.

Gebruikte methodieken: business analyse, interviews, markt analyses, technische analyses, CE analyse, software ontwikkeling

Betrokken partijen: Dow, Evonik, HZ UAS, PPL's

Borging resultaat: Eindworkshop: breed neerleggen van de resultaten bij zoveel mogelijk asset owners waarbij de service bedrijven op basis van resultaten van het project in interactieve sessies het eindresultaat breed in de industrie kunnen verankeren.

Activiteit 5.1: Minimaliseren afvalstromen bij industrieel reinigen

Output van deze activiteit:

- Een beslismodel dat bedrijven ondersteunt in de keuze van reinigingstechniek
  - alternatieve IR technieken met een voetafdruk reductie
- Middels aantal praktijk cases wordt het model gevalideerd.
  - bedrijfseconomische aspecten ook meegenomen

Beslismodel

Onderzoeksvraag

? Hoe kan een organisatie gestructureerde beslissingen nemen om duurzaamheid en circulariteit te maximaliseren bij het reinigen van industriële installaties?

✓ Beslismodel dat bedrijven ondersteunt in keuze reinigingstechniek

- alternatieve IR technieken met indicatie van impact

Methodiek

Asset owner

Reinigingsexperts

Productie

Contractors

Onderzoekers

Studenten

Oplossingsgericht onderzoek

Match equipment - methode

Welke methode kan gebruikt worden bij welke equipment?

Equipment	Type	Part	M: Tube Darting & aping	M: 3D- Nozzle atterworth / Tankwas	M: Rotating Hose vices	M: Water Jetting (UHP)	M: Pigging	M: Ultrasonic Baths emical Cleaning)	M: Abrasive Blasting	M: Drilling	M: Hydrokinetic Cleaning	M: Manway Canons	M: Remotely Operated hicles	M: CO2 Blasting	M: Flushing	M: Brushing	M: Air Lancing	M: Sodium Bi-Carbonate sting	M: Vacuum, Blowing, ction Techniques	T: Liquid Nitrogen Jetting	T: Laser Cleaning	T: Pyrolysis	C: Acidizing	C: Degreasing	C: Decontamination
Heat Exchangers	Shell and Tube	- Bundle (inside tubes)																							
Heat Exchangers	Shell and Tube	- Bundle (external)																							
Heat Exchangers	Shell and Tube	- Shell																							
Heat Exchangers	Shell and Tube	- Heads & Channels																							
Heat Exchangers	Shell and Tube (Fixed)	- Bundle (inside tubes)																							
Heat Exchangers	Shell and Tube (Fixed)	- Bundle (External) + Shell																							
Heat Exchangers	Shell and Tube (Fixed)	- Heads & Channels																							
Heat Exchangers	Shell and Tube U-Bundle	- Bundle (inside tubes)																							
Heat Exchangers	Shell and Tube U-Bundle	- Bundle (external)																							
Heat Exchangers	Shell and Tube U-Bundle	- Shell																							
Heat Exchangers	Shell and Tube U-Bundle	- Heads & Channels																							
Heat Exchangers	Fin Fan / Aircoolers	- Tubes (inside)																							
Heat Exchangers	Fin Fan / Aircoolers	- Fined tubes external																							
Heat Exchangers	Fin Fan / Aircoolers	- Collector																							
Heat Exchangers	Fin Fan / Aircoolers	- Collector Plate																							
Heat Exchangers	Compablock/Plate Exchanger	- Plates																							
Heat Exchangers	Compablock/Plate Exchanger	- Housing																							
Heat Exchangers	Compablock/Plate Exchanger (Welded)	- Plates + Housing																							
Tanks / Vessels	Tank	Tank, diameter < 12 m																							
Tanks / Vessels	Tank	Tank, diameter >12 m, < 25 m																							
Tanks / Vessels	Tank	Tank, diameter > 25 m																							
Columns	Packed Column	- Packed Material																							
Columns	Packed Column	- Column																							
Columns	Trayed Column	- Trays																							
Columns	Trayed Column	- Column																							
Boilers/Furnance	Fired Heater	- Radiant Section																							
Boilers/Furnance	Fired Heater	- Convection Section																							
Boilers/Furnance	Fired Heater	- TLE's																							
Boilers/Furnance	Boilers	- Heater section																							
Boilers/Furnance	Boilers	- Boiler Drum																							
Boilers/Furnance	Boilers	- Boiler Tubes																							
Piping	Piping	Piping < 1" internal																							
Piping	Piping	Piping >1" <4" internal																							
Piping	Piping	Piping >4", <20" internal																							
Piping	Piping	Piping >20" internal																							
Cooling Towers	Cooling Towers	- Basin																							
Cooling Towers	Cooling Towers	- Fans																							
Cooling Towers	Cooling Towers	- Structure																							
Other equipment	Other equipment	Filters																							
Other equipment	Other equipment	Floors																							
Other equipment	Other equipment	Tube Reactor Pipes																							

Kwalitatieve Impact equipment→methoden

Kwalitatieve analyses van milieu- en economische impact van methoden en apparatuur

	1- Tube Darting & Scraping	2- 3D- Nozzle	3- Rotating Hose Devices	4- Water Jetting (UHP)	5- Automated Indexer	6- Pigging/Smart Pigging	7- Ultrasonic Fouling Prevention (depends size)	8- Abrasive Blasting	9- Drilling (Rodding)	10- Hydrokinetic Cleaning	11- Manway Cannon	12- Remotely Operated Vehicles	13- Acidizing	14- Degreasing	15- Decontamination	16- Ultrasonic Bath	17- Laser Cleaning	18- Pyrolysis	19- CO2 Blasting	20- Liquid Nitrogen Jetting (Fouling must be dried)	21- Washing/Flushing with Low Pressure Water	22- Sodium Bicarbonate Blasting	23-Brushing Dry	24-Brushing Wet	25-Vacuum, blowing, suction techniques
Heat Exchangers																									
Shell and Tube																									
- Bundle	9	0	70	48	8	0	30	"3"	40	18	0	0	27	27	9	30	0	10	0	0	0	0	5	21	0
- Shell	0	60	70	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	"9"	30	10	10	0	0	0	0	0	0	0
- Heads & Channels	0	60	0	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	9	30	10	10	0	0	0	0	0	0	"5"
Shell and Tube U-Bundle																									
- Bundle	9	0	70	48	8	0	30	"3"	0	18	0	0	27	27	9	30	0	10	0	0	0	0	5	21	0
- Shell	0	60	70	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	"9"	30	10	10	0	0	0	0	0	0	0
- Heads & Channels	0	60	0	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	9	30	10	10	0	0	0	0	0	0	"5"
Fin Fan / Aircoolers																									
- Tubes	9	0	70	48	8	0	30	0	40	18	0	0	27	27	9	0	0	10	0	0	0	0	"5"	21	0
- Fined tubes external	0	0	0	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	9	0	10	10	10	0	9	"3"	0	0	0
- Collector	0	0	0	48	0	21	30	0	0	X	0	0	27	27	9	0	10	10	0	0	0	0	0	0	"5"
- Collector Plate	0	0	0	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	9	30	10	10	10	0	9	"3"	0	0	5
Compablock/Plate Exchanger																									
- Plates	0	0	0	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	9	30	10	10	10	0	9	3	0	0	5
- Housing	0	0	0	48	0	0	30	"3"	0	0	0	56	27	27	9	0	10	10	10	0	9	"3"	0	0	0
Spiral Plate Coolers																									
- Internal of plate	0	0	0	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	"9"	30	10	10	0	10	0	0	0	0	0
- Shell/External of plate	0	0	0	48	0	0	30	0	0	0	0	0	27	27	9	30	10	10	10	0	9	"3"	0	0	0
Tanks / Vessels																									
Tank, diameter < 12 m	0	60	0	48	0	0	0	"3"	0	0	70	56	27	27	9	0	10	10	10	0	9	"3"	0	0	5
Tank, diameter < 25 m	0	60	0	48	0	0	0	"3"	0	0	70	56	27	27	9	0	10	10	10	0	9	"3"	0	0	5
Tank, diameter > 25 m	0	60	0	48	0	0	0	"3"	0	0	70	56	27	27	9	0	10	10	10	0	9	"3"	0	0	5
Columns																									
Packed Column	0	60	70	48	0	0	0	0	0	0	0	56	27	27	9	30	10	10	0	0	0	"3"	0	0	5
Trayed Column	0	60	70	48	0	0	0	0	0	0	0	56	27	27	9	30	10	10	0	0	0	"3"	0	0	5
Boilers/Furnances																									
Fired Heater																									
- Radiant Section	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	9	0	0	10	10	10	0	"3"	0	0	5
- Convection Section	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	9	0	0	10	10	10	0	"3"	0	0	5
- TLE's	0	0	70	48	"8"	0	0	0	40	18	0	0	27	27	9	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Boilers																									
- Heater section	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	0	0	0	10	10	0	0	"3"	0	0	5
- Boiler Drum	0	60	0	48	0	0	0	"3"	0	0	0	0	27	27	0	0	10	10	10	0	0	"3"	0	0	5
- Boiler Tubes	9	0	0	48	8	0	0	0	40	0	0	0	27	27	0	0	0	10	0	10	0	0	5	21	0
Piping																									
Piping < 1" internal	9	0	70	48	0	21	0	0	40	18	0	0	27	27	9	0	0	0	0	0	9	"3"	5	21	0
Piping >1" <4" internal	9	0	70	48	0	21	0	0	0	18	0	0	27	27	9	0	0	0	0	0	9	"3"	5	21	0
Piping >4", <20" internal	9	60	70	48	0	21	0	0	0	18	0	56	27	27	9	0	10	0	10	0	9	"3"	5	21	0
Piping >20" internal	9	60	70	48	0	21	0	0	0	18	0	56	27	27	9	0	10	0	10	0	9	0	5	21	0
Cooling Towers																									
- Basin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	10	0	0	"3"	0	0	5
- Fans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0	0	"3"	0	0	0
- Structure	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0	0	"3"	5	21	0
Others																									
Filters	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	9	30	0	10	10	0	9	"3"	0	0	5
Floors	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	10	10	0	9	"3"	0	0	5
Mooring Piles	0	0	0	48	0	0	0	"3"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0

Type vervuiling en methodes

Welke methode kan gebruikt worden per type vervuiling?

Type	Organic of nature	M: Tube Darting & Scraping	M: 3D- Nozzle (Butterwor	M: Rotating Hose Devices	M: Water Jetting (UHP)	M: Pigging	M: Ultrasonic Baths (Chem	M: Abrasive Blasting	M: Drilling	M: Hydrokinetic Cleaning	M: Manway Canons	M: Remotely Operated Ve	M: CO2 Blasting	M: Flushing	M: Brushing	M: Air Lancing	M: Sodium Bi-Carbonate B	M: Vacuum, Blowing, Suction Techniques	T: Liquid Nitrogen Jetting	T: Laser Cleaning	T: Pyrolysis	C: Acidizing	C: Degreasing	C: Decontamination
Asphaltine	Organic of nature																							
Cokes	Organic of nature																							
Coolingwater Products	Unknown																							
Corrosion	Unknown																							
Dust	Unknown																							
Oil	Organic of nature																							
Paraffin	Organic of nature																							
PolyEthylene	Organic of nature																							
Catalyst	Organic of nature																							
Organic Scale	Organic of nature																							
Anorganic Scale	Inorganic																							
Waxes	Organic of nature																							

On/Off-site

Welk methodes zijn toepasbaar on-site, in-plant, off-site….

Locatie	In/Off/Plant	M: Tube Darting & Scraping	M: 3D- Nozzle (Butterworth / Ta	M: Rotating Hose Devices	M: Water Jetting (UHP)	M: Pigging	M: Ultrasonic Baths (Chemical Cl	M: Abrasive Blasting	M: Drilling	M: Hydrokinetic Cleaning	M: Manway Canons	M: Remotely Operated Vehicles	M: CO2 Blasting	M: Flushing	M: Brushing	M: Air Lancing	M: Sodium Bi-Carbonate Blasting	M: Vacuum, Blowing, Suction chniques	T: Liquid Nitrogen Jetting	T: Laser Cleaning	T: Pyrolysis	C: Acidizing	C: Degreasing	C: Decontamination
On-site	In-plant	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
On-site	Out of Plant	1	1	1	1			1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Off-Site	Off-site	1	1	1	1		1	1					1	1	1	1	1			1	1	1	1	1

Bedrijven – service providers

Welke bedrijf kan welke methode uitvoeren?

Bedrijf	M: Tube Darting & Scraping	M: 3D- Nozzle (Butterworth / Tankw	M: Rotating Hose Devices	M: Water Jetting (UHP)	M: Pigging	M: Ultrasonic Baths (Chemical Clean	M: Abrasive Blasting	M: Drilling	M: Hydrokinetic Cleaning	M: Manway Canons	M: Remotely Operated Vehicles	M: CO2 Blasting	M: Flushing	M: Brushing	M: Air Lancing	M: Sodium Bi-Carbonate Blasting	M: Vacuum, Blowing, Suction chniques	T: Liquid Nitrogen Jetting	T: Laser Cleaning	T: Pyrolysis	C: Acidizing	C: Degreasing	C: Decontamination
Supplier A	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1		1	1		1		1	1	1
Supplier B		1	1	1	1	1	1			1	1	1	1			1	1		1		1	1	1
Supplier C		1	1	1	1					1	1	1	1			1	1				1	1	1
Supplier D		1	1	1	1		1			1	1	1	1			1	1		1		1	1	1
Supplier E																			1				
Supplier F								1															
Supplier G						1						1	1							1			
Supplier H									1														
Supplier I																				1			
Supplier J																				1			
Supplier K	1													1				1					
Supplier L						1							1								1	1	1
Supplier M						1						1	1								1	1	1
Supplier N															1								

Kwantitatieve analyse van impact

Kwantitatieve analyse voor voorbeelden - hogedrukreiniging, warmtewisselaar

Beschrijf en kwantificeer

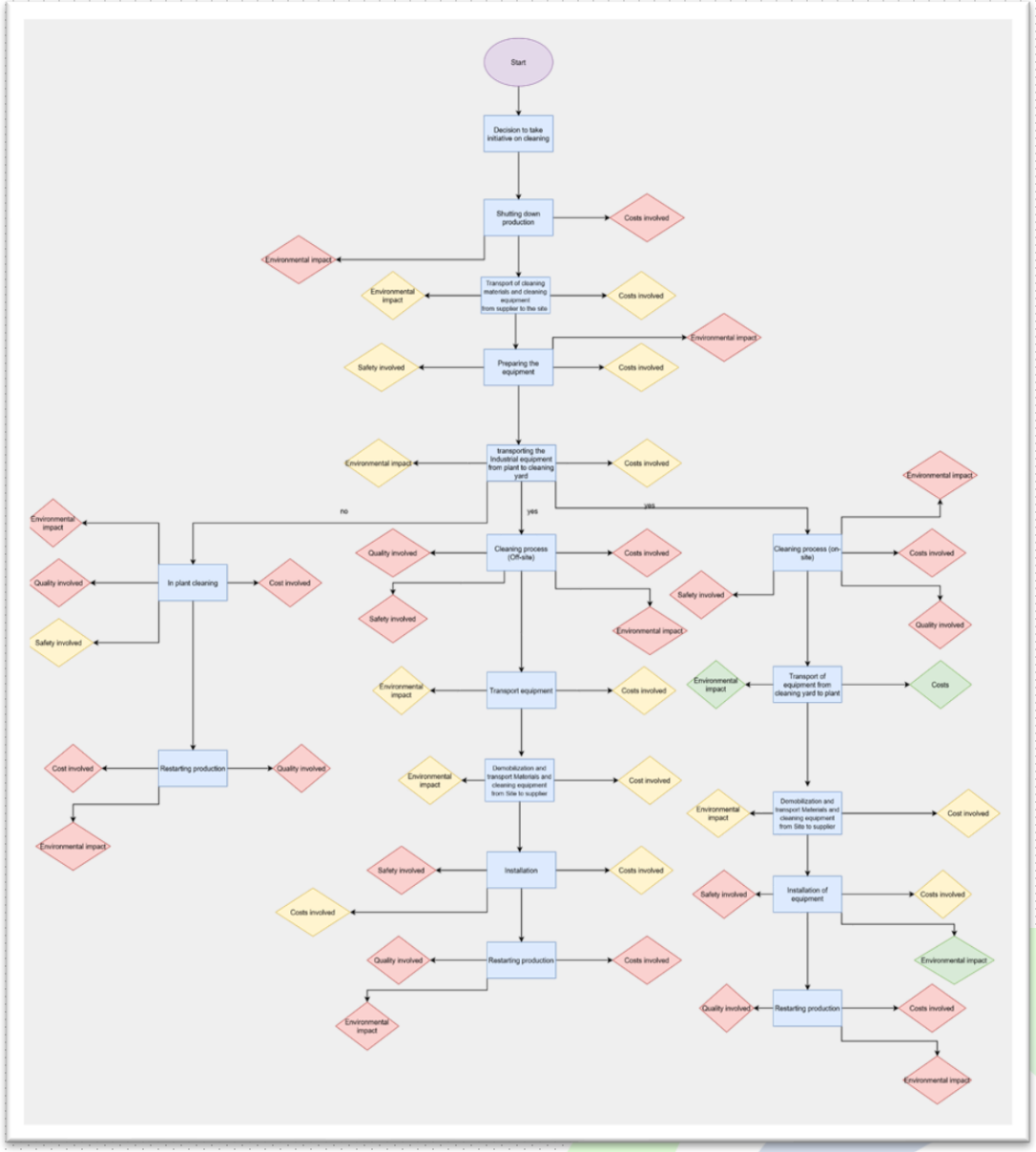
Decompositie van totale proces

uit bedrijf

….tot reinigen

……tot terug in bedrijf

Tijd, energie/uitstoot, water, afval, veiligheid, kosten… per stap



Impact rating op basis belangrijke factoren

Pas een rating toe om methodes te kunnen vergelijken op basis van kwantificering van de belangrijke factoren – energie, water, kosten, productiviteit….

Factor	Weging	M: Tube Darting & Scraping	M: 3D- Nozzle (Butterworth / Tankwas kop)	M: Rotating Hose Devices	M: Water Jetting (UHP)	M: Pigging	M: Ultrasonic Baths (Chemical Cleaning)	M: Abrasive Blasting	M: Drilling	M: Hydrokinetic Cleaning	M: Manway Canons	M: Remotely Operated Vehicles	M: CO2 Blasting	M: Flushing	M: Brushing	M: Air Lancing	M: Sodium Bi-Carbonate Blasting	M: Vacuum, Blowing, Suction Techniques	T: Liquid Nitrogen Jetting	T: Laser Cleaning	T: Pyrolysis	C: Acidizing	C: Degreasing	C: Decontamination
EH&S Risk	9	-0.2	-1	-1	-1	-0.8	-0.5	-1.2	-1.2	-1.2	-1	-0.5	-0.8	-1	-0.8	-3	-0.8	-1.1	-1.2	-0.2	-0.1	-1	-1	-0.8
Waste	9	-0.3	-1	-1	-1	-0.3	-2	-1	-0.3	-0.3	-1	-1	-0.6	-1	-0.3	-3	-1	0	-0.6	-0.1	-0.1	-0.8	-0.8	-0.8
Water re-use	9	-0.3	-1	-1	-1	-0.3	-2	-0.3	-0.3	-0.3	-1	-1	0	-1	-0.1	-3	-0.2	0	0	0	-0.1	-0.5	-0.5	-0.5
Energy consumption	9	-0.3	-1	-1	-1	-0.3	-2	-0.7	-0.7	-0.7	-1	-1.5	-1.4	-1	-1.4	-3	-1.4	-1	-1.4	-0.5	-0.3	-1.2	-1.2	-1.2
Cost	0	-1.2	-1	-1	-1	-1.2	-2	-1.3	-2	-2	-3	-3	-2	-1	-2	-3	-2	-1.1	-2	-1.5	-2	-1.5	-1.5	-1.5
Productivity	6	0.8	1	1	1	0.8	0.7	1.5	2	2	1	0.5	0.8	1	0.8	0.1	0.8	2	1.1	0.3	1	0.5	0.5	0.5
Quality	9	1.5	1	1	1	1.5	1.2	1.5	2	1	1	0.8	0.6	1	0.6	0.1	0.6	0.6	0.7	1.2	2	1.1	1.1	1.1
Re-use of waste	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Beslismodel

Combineer om beslismodel te maken

Zet om in bruikbare tool

Beslismodel

Descision matrix - Industrial Cleaning

ver. 15-Dec-22

↓ Input

Step 1: Reason for cleaning	
Turnaround - planned	<-- choose reason

Core Value	Prio	Beschrijving
Sustainability	9	Waste, water, energy...
Productivity	6	Run-to-run time
Quality	9	Of the cleaning activity
EH&S Risks	9	total / severity of risks

Filter by choosing equipment, fouling type, on/off site, and what you want to view:

Step 2a: Equipment

- Boilers/Furnances
- Columns
- Cooling Towers
- Heat Exchangers
- Other equipment
- Piping
- Tanks / Vessels

Step 2b: Equipment Type

- Boilers
- Compablock/Plate Exchanger
- Compablock/Plate Exchanger...
- Cooling Towers
- Fin Fan / Aircoolers
- Fired Heater
- Other equipment

Step 2c: Equipment Part

- - Basin
- - Boiler Drum
- - Boiler Tubes
- - Bundle (external)
- - Bundle (External) + Shell
- - Bundle (inside tubes)
- - Collector

Strep 3: Fouling Type

- Anorganic Scale
- Asphaltine
- Catalyst
- Cokes
- Coolingwater Products
- Corrosion
- Dust

Step 4a: On or Off Site

- Off-Site
- On-site

Step 4b: In or Out of Plant

- In-plant
- Off-site
- Out of Plant

Output ↓

Summary of resulting possible suppliers and cleaning methods. For details, see sheets.
Choose viewing options to ensure you see latest results.

View Feasible Methods Only

- Yes

Suppliers and Methods

Possible Supplier

- Supplier A
- Supplier B
- Supplier C
- Supplier D
- Supplier E
- Supplier F
- Supplier G
- Supplier H
- Supplier I
- Supplier J
- Supplier K
- Supplier L
- Supplier M
- Supplier N

Method	Impact
M: Tube Darting & Scraping	8
M: 3D- Nozzle (Butterworth / Tankwas kop)	-21
M: Rotating Hose Devices	-21
M: Water Jetting (UHP)	-21
M: Pigging	3
M: Ultrasonic Baths (Chemical Cleaning)	-44
M: Abrasive Blasting	-6
M: Drilling	8
M: Hydrokinetic Cleaning	-2
M: Manway Canons	-21
M: Remotely Operated Vehicles	-26
M: CO2 Blasting	-15
M: Flushing	-21
M: Brushing	-13
M: Air Lancing	-107
M: Sodium Bi-Carbonate Blasting	-20
M: Vacuum, Blowing, Suction Techniques	-2
T: Liquid Nitrogen Jetting	-16
T: Laser Cleaning	5
T: Pyrolysis	19
C: Acidizing	-19
C: Degreasing	-19
C: Decontamination	-17

Details ↓

Supplier contact details
(for selection in Possible Supplier list)

Supplier:
Contact:
Addess:
Tel:

Cleaning Method Description

Method

Click on cleaning method in Method table to see description

Beslismodel

Descision matrix - Industrial Cleaning

ver. 15-Dec-22 ↓ Input

Step 1: Reason for cleaning

Turnaround - planned ← choose reason

- Breakdown - unexpected
- Turnaround - planned
- Routine maintenance

Core Value	Prio	Beschrijving
Sustainability	9	Waste, water, energy...
Productivity	6	Run-to-run time
Quality	9	Of the cleaning activity
EH&S Risks	9	total / severity of risks

Filter by choosing equipment, fouling type, on/off site, and what you want to view:

Step 2a: Equipment	Step 2b: Equipment Type	Step 2c: Equipment Part
Columns	Boilers	- Basin
Cooling Towers	Compablock/Plate Exchanger	- Boiler Drum
Heat Exchangers	Compablock/Plate Exchanger...	- Boiler Tubes
Other equipment	Cooling Towers	- Bundle (external)
Piping	Fin Fan / Aircoolers	- Bundle (External) + Shell

Beslismodel

Descision matrix - Industrial Cleaning

ver. 15-Dec-22

↓ Input

Step 1: Reason for cleaning	
Turnaround - planned	<-- choose reason

Core Value	Prio	Beschrijving
Sustainability	9	Waste, water, energy...
Productivity	6	Run-to-run time
Quality	9	Of the cleaning activity
EH&S Risks	9	total / severity of risks

Filter by choosing equipment, fouling type, on/off site, and what you want to view:

Step 2a: Equipment

- Boilers/Furnances
- Columns
- Cooling Towers
- Heat Exchangers
- Other equipment
- Piping
- Tanks / Vessels

Step 2b: Equipment Type

- Boilers
- Compablock/Plate Exchanger
- Compablock/Plate Exchanger...
- Cooling Towers
- Fin Fan / Aircoolers
- Fired Heater
- Other equipment

Step 2c: Equipment Part

- - Basin
- - Boiler Drum
- - Boiler Tubes
- - Bundle (external)
- - Bundle (External) + Shell
- - Bundle (inside tubes)
- - Collector

Strep 3: Fouling Type

- Anorganic Scale
- Asphaltine
- Catalyst
- Cokes
- Coolingwater Products
- Corrosion
- Dust

Step 4a: On or Off Site

- Off-Site
- On-site

Step 4b: In or Out of Plant

- In-plant
- Off-site
- Out of Plant

Output ↓

Summary of resulting possible suppliers and cleaning methods. For details, see sheets.
Choose viewing options to ensure you see latest results.

View Feasible Methods Only

- Yes

Suppliers and Methods

Possible Supplier

- Supplier A
- Supplier B
- Supplier C
- Supplier D
- Supplier E
- Supplier F
- Supplier G
- Supplier H
- Supplier I
- Supplier J
- Supplier K
- Supplier L
- Supplier M
- Supplier N

Method	Impact
M: Tube Darting & Scraping	8
M: 3D- Nozzle (Butterworth / Tankwas kop)	-21
M: Rotating Hose Devices	-21
M: Water Jetting (UHP)	-21
M: Pigging	3
M: Ultrasonic Baths (Chemical Cleaning)	-44
M: Abrasive Blasting	-6
M: Drilling	8
M: Hydrokinetic Cleaning	-2
M: Manway Canons	-21
M: Remotely Operated Vehicles	-26
M: CO2 Blasting	-15
M: Flushing	-21
M: Brushing	-13
M: Air Lancing	-107
M: Sodium Bi-Carbonate Blasting	-20
M: Vacuum, Blowing, Suction Techniques	-2
T: Liquid Nitrogen Jetting	-16
T: Laser Cleaning	5
T: Pyrolysis	19
C: Acidizing	-19
C: Degreasing	-19
C: Decontamination	-17

Details ↓

Supplier contact details
(for selection in Possible Supplier list)

Supplier:
Contact:
Addess:
Tel:

Cleaning Method Description

Method

Click on cleaning method in Method table to see description

Beslismodel

Descision matrix - Industrial Cleaning

ver. 15-Dec-22

↓ Input

Step 1: Reason for cleaning	
Turnaround - planned	<-- choose reason

Core Value	Prio	Beschrijving
Sustainability	9	Waste, water, energy...
Productivity	6	Run-to-run time
Quality	9	Of the cleaning activity
EH&S Risks	9	total / severity of risks

Filter by choosing equipment, fouling type, on/off site, and what you want to view:

Step 2a: Equipment

- Heat Exchangers

Step 2b: Equipment Type

- Shell and Tube
- Shell and Tube (Fixed)
- Shell and Tube U-Bundle

Step 2c: Equipment Part

- - Bundle (external)
- - Bundle (inside tubes)
- - Heads & Channels
- - Shell

Strep 3: Fouling Type

- Dust
- Oil
- Organic Scale
- Paraffin
- PolyEthylene
- Waxes

Step 4a: On or Off Site

- On-site

Step 4b: In or Out of Plant

- In-plant
- Out of Plant

Output ↓

Summary of resulting possible suppliers and cleaning methods. For details, see sheets.
Choose viewing options to ensure you see latest results.

View Feasible Methods Only

- No
- Yes

Suppliers and Methods

Possible Supplier

- Supplier A
- Supplier B
- Supplier C
- Supplier D
- Supplier F
- Supplier H
- Supplier N
- (blank)

Method	Impact
M: Tube Darting & Scraping	
M: 3D- Nozzle (Butterworth / Tankwas kop)	
M: Rotating Hose Devices	
M: Water Jetting (UHP)	-21
M: Pigging	
M: Ultrasonic Baths (Chemical Cleaning)	
M: Abrasive Blasting	
M: Drilling	8
M: Hydrokinetic Cleaning	-2
M: Manway Canons	
M: Remotely Operated Vehicles	
M: CO2 Blasting	
M: Flushing	
M: Brushing	
M: Air Lancing	
M: Sodium Bi-Carbonate Blasting	
M: Vacuum, Blowing, Suction Techniques	
T: Liquid Nitrogen Jetting	
T: Laser Cleaning	
T: Pyrolysis	
C: Acidizing	
C: Degreasing	
C: Decontamination	

Details ↓

Supplier contact details
(for selection in Possible Supplier list)

Supplier:
Contact:
Addess:
Tel:

Cleaning Method Description

Method

Click on cleaning method in Method table to see description

Beslismodel

Descision matrix - Industrial Cleaning

ver. 15-Dec-22

↓ Input

Step 1: Reason for cleaning	
Turnaround - planned	<-- choose reason

Core Value	Prio	Beschrijving
Sustainability	9	Waste, water, energy...
Productivity	6	Run-to-run time
Quality	9	Of the cleaning activity
EH&S Risks	9	total / severity of risks

Filter by choosing equipment, fouling type, on/off site, and what you want to view:

Step 2a: Equipment

- Heat Exchangers

Step 2b: Equipment Type

- Shell and Tube
- Shell and Tube (Fixed)
- Shell and Tube U-Bundle

Step 2c: Equipment Part

- - Bundle (external)
- - Bundle (inside tubes)
- - Heads & Channels
- - Shell

Strep 3: Fouling Type

- Dust
- Oil
- Organic Scale
- Paraffin
- PolyEthylene
- Waxes

Step 4a: On or Off Site

- On-site

Step 4b: In or Out of Plant

- In-plant
- Out of Plant

Output ↓

Summary of resulting possible suppliers and cleaning methods. For details, see sheets.
Choose viewing options to ensure you see latest results.

View Feasible Methods Only

- No
- Yes

Suppliers and Methods

Possible Supplier

- Supplier A
- Supplier B
- Supplier C
- Supplier D
- Supplier F
- Supplier H
- Supplier N
- (blank)

Method	Impact
M: Tube Darting & Scraping	
M: 3D- Nozzle (Butterworth / Tankwas kop)	
M: Rotating Hose Devices	
M: Water Jetting (UHP)	
M: Pigging	
M: Ultrasonic Baths (Chemical Cleaning)	
M: Abrasive Blasting	
M: Drilling	8
M: Hydrokinetic Cleaning	
M: Manway Canons	
M: Remotely Operated Vehicles	
M: CO2 Blasting	
M: Flushing	
M: Brushing	
M: Air Lancing	
M: Sodium Bi-Carbonate Blasting	
M: Vacuum, Blowing, Suction Techniques	
T: Liquid Nitrogen Jetting	
T: Laser Cleaning	
T: Pyrolysis	
C: Acidizing	
C: Degreasing	
C: Decontamination	

Details ↓

Supplier contact details
(for selection in Possible Supplier list)

Supplier:	Supplier F
Contact:	Person F
Addess:	Street6, Pcode City, Land
Tel:	+xxx xxx xxxxxxx6

Cleaning Method Description

M: Drilling

Description M: Drilling XXXXX. QWERTY, LKJJSKASKK. Www.dkdkdkdk.com

Beslismodel

Tool die gebruikt kan worden om systematisch een keuze te maken op basis van impact

Verder ontwikkeling nodig om alle variaties toe te voegen

Use Cases

Use-Case 1 Reiniging pijpleiding

300 m leiding volledig geblokt met hard materiaal (Break-Down situatie) werkzaamheden aangevangen met hoge druk (rotovan). Voortgang was niet acceptabel, vraag was alternatief aan te bieden. Voor aanvang zijn de volgende zaken reeds uitgevoerd.

- Sleutelaars (2 personen) hebben bochtstuk losgemaakt en met handtakel op bordes gelegd.
- 2 personen zijn met service wagen van workshop naar locatie gereden ca. 15 km enkele rit.

Use-Case Pijpleiding (2)

Methode hoge druk (3 meter in 4 dagen)

- 4 persoon crew (2 crews per dag effectief 10 hr shifts), totaal 8 werklieden, 1 HD Pomp (550 kW), 4 service wagens.
- Druk 1.500 bar, 190 LPM watergebruik.

Na 4 dagen, 3 meter gereinigd (effectief 70 uur pomptijd). Opbouw ca. 3 uur en de-mob ook 3 uur. Locatie workshop 23 km van plant.

- 70 hr * 550 kW * 0,24 g/kW = 9.240 kg = 10.500 l Diesel
- 70 hr * 190 LPM * 60 min/hr = 798.000 l water gebruik

Use-Case Pijpleiding (3)

Op zoek naar alternatief

Kunnen jullie suggesties geven?

Use-Case Pijpleiding (4)

Alternatieve methode (297 meter in 2 dagen)

- 3 persoon crew (3 crews per dag effectief 8 hr shifts), totaal 9 werklieden, 1 HD Pomp (750 kW), 4 service wagens.
- Druk 750 bar, 520 LPM watergebruik.

Na 2 dagen, 297 meter gereinigd (effectief 40 uur pomptijd). Opbouw ca. 1 uur en de-mob ook 1 uur. Locatie workshop 130 km van plant.

- 40 hr * 750 kW * 0,24 g/kW = 7.200 kg = 8.182 l Diesel
- 40 hr * 520 LPM * 60 min/hr = 1.248.000 l water gebruik

Use-Case Pijpleiding (5)

Item	Unit	Method A	Method B
Brandstof	L/m cleaned	3.500	27,55
Water	L/m cleaned	266.000	4.202
Productie uren	Per. hr / m cleaned	107	0,5
Cost	Comparison x	100	280
Cost per m cleaned	X / m cleaned	33	0,94

Total impact indien volledige leiding

Item	Unit	Method A	300 m	Method B	300 m
Water gebruik	Liter	266.000 * 300	79.800.000	4.202 * 300	1.260.600
Brandstof (HD)	Liter	3.500 * 300	1.050.000	27,55 * 300	8.265
Brandstof pers.	km	shift 2 veh.15km	36.938	shift 2veh.130km	1.625
Brandstof pers.	liter		1.847		81
Doorlooptijd	Dagen	0,75 * 300	225	0,00673 * 300	2,02
Productie uren	Persoon hr	107 * 300	32.100	0,5 * 300	150
CO_2	[2,6 kg/l]	1.050.000+1.847	2.734.802 kg	8.265 + 81	21.700 kg

Use-Case 2 Reinigen van warmte wisselaar

Een warmte wisselaar met de volgende gegevens dient gereinigd te worden tijdens katalysatorwissel:

Gegevens	
Aantal tubes [#]	5.406
Lengte tubes [m]	1.6
Inwendige diameter [mm]	20.5
Vervuiling	Cokes (Hard aangebaken polymeer)
Hoeveelheid vervuiling	60% volledig geblokt

Use-Case Warmte Wisselaar (2)

Afwegingen ten aanzien van methode(n)

Methode	Overweging
Tube darting	Product te hard
Boren	Mogelijk
Hoge druk reiniging	Mogelijk
Pyrolyse	Niet mogelijk apparaat kan niet getransporteerd worden tgv afmetingen
Chemisch reinigen	vervuiling niet chemisch op te lossen + transport onmogelijk tgv afmetingen
Ultrasoon reinigen	Afmetingen te groot voor transport én ultrasoonbad
Lasercleaning	Laser voor reiniging in kleine diameters nog niet beschikbaar
Zandstralen	niet gewenst: ruw oppervlak na reiniging en materiaalafname binnenzijde buizen

Use-Case Warmte Wisselaar (3)

	Hoge druk reinigen			Boren		
		Impact op milieu	Veiligheidsrisico		Impact op Milieu	Veiligheidsrisico
Koelen, spoelen en vrij maken installatie n.a.v. Catwissel						
Off spec	Volledig herwerkt in proces na heropstart	100% hergebruik off spec. product		Volledig herwerkt in proces na heropstart	100% hergebruik off spec. product	
Stikstof voor productvrij spoelen installatie	600 Nm³/h 4dagen van 24H	60.000 Nm³	Stikstof	600 Nm³/h 4dagen van 24H	60.000 Nm³	Stikstof
Demontage						
Stellingbouw (montage stelling)	8 man 40 uur = 320 uur	0	stellingbouw	8 man 40 uur = 320 uur	0	Stellingbouw
rigging + monteurs	6 pers 40 uur = 120 uur	0	beperkt wegens hydraulische hijsinrichting	6 pers 40 uur = 120 uur	0	beperkt wegens hydraulische hijsinrichting

Use-Case Warmte Wisselaar (4)

	Hoge druk reinigen			Boren		
		Impact op milieu	Veiligheidsrisico		Impact op Milieu	Veiligheidsrisico
Mobilisatie						
	Beperkt wegens combinatie groot aantal reinigingsopdrachten tijdens TAR. Alle wagens blijven on-site tot einde TAR			slechts 1 opdracht, dus volledig meenemen in berekening: 1120 Km x 2 bestelwagens		
Brandstof HD wagen	10 km 40l/100km	4 liter diesel	verkeer	0	0	geen
Brandstof Zuigwagen	10 km 40l/100km	4 liter diesel	verkeer	0	0	geen
Brandstof hulpwagen	10 km 11l/100km	1,1 liter diesel	verkeer	0	0	geen
Brandstof bestelwagen materiaal en personeel	0	0	geen	1120 km x 2 x 11l/100 km	250 l diesel	verkeer

Use-Case Warmte Wisselaar (5)

	Hoge druk reinigen			Boren		
		Impact op milieu	Veiligheidsrisico		Impact op Milieu	Veiligheidsrisico
Uitvoering						
Druk	2500 Bar		Gevaar: HD werk	6 Bar		beperkt wegens lage druk
Effectieve reinigingstijd	204 uur			22 uur		
Shiftsysteem	24/24			12 h/dag		
Aantal uitvoerders	4			3		
Brandstof (diesel) HD pomp 204 uur	53l/h x 204	10802 L Diesel		0	0	
Brandstof zuigwagen pomp 100 uur	30 l/h x 100 uur	3000 L Diesel		0	0	
Stroomverbruik (Elektrische pomp)	0	0		2x112,5 kW x 22 uur	4950 kWh	

Use-Case Warmte Wisselaar (6)

	Hoge druk reinigen			Boren		
		Impact op milieu	Veiligheidsrisico		Impact op Milieu	Veiligheidsrisico
Uitvoering (2)						
Persluchtverbruik autobox 7 bar	150 L/min			0		
Brandstof (diesel) luchtcompressor	3 L/h x 204 uur	612 l diesel		0	0	
Waterverbruik Liter/min	15l/min			2 x 8 L/min		
Waterverbruik totaal	15 L/min x 204 uur = 183 m³			2 x 8 L/min x 22 uur = 21 m³		
Te verwerken afvalwater productie	189m³	189 m³ vervuild water		26m³	26 m³ vervuild water	
Andere	6 Nozzles			15 boorkoppen (recycled)		

Use-Case Warmte Wisselaar (7)

	Hoge druk reinigen			Boren		
		Impact op milieu	Veiligheidsrisico		Impact op Milieu	Veiligheidsrisico
Montage						
rigging + monteurs	6 pers 40 uur = 120 uur	0	beperkt wegens hydraulische hijsinrichting	6 pers 40 uur = 120 uur	0	beperkt wegens hydraulische hijsinrichting
Stellingbouw (demontage stelling)	8 man 10 uur = 80 uur	0	Stellingbouw	8 man 10 uur = 80 uur	0	Stellingbouw
Demobilisatie						
	Beperkt wegens combinatie groot aantal reinigingsopdrachten tijdens TAR. Alle wagens blijven on-site tot einde TAR			slechts 1 opdracht, dus volledig meenemen in berekening: 1120 Km x 2 bestelwagens		
Brandstof HD wagen	10 km 40l/100km	4 liter diesel	verkeer	0	0	geen
Brandstof Zuigwagen	10 km 40l/100km	4 liter diesel	verkeer	0	0	geen
Brandstof hulpwagen	10 km 11l/100km	1,1 liter diesel	verkeer	0	0	geen
Brandstof bestelwagen materiaal en personeel	0	0	geen	1120 km x 2 x 11l/100 km	250 l diesel	verkeer

Use-Case Warmte Wisselaar (8)

	Hoge druk reinigen			Boren		
		Impact op milieu	Veiligheidsrisico		Impact op Milieu	Veiligheidsrisico
Inert spoelen en opstart installatie						
Stikstof voor naspoelen en inertiseren	600 Nm³/h 1dag van 12H	7200 Nm³	Stikstof	600 Nm³/h 1dag van 12H	7200 Nm³	Stikstof
Off spec	Volledig herwerkt in proces na heropstart	100% hergebruik off spec. product		Volledig herwerkt in proces na heropstart	100% hergebruik off spec. Product	

Use-Case Warmte Wisselaar (9)

Impact vergelijking beide technieken:

	HD reiniging	Boren
-Stellingbouw opbouw	320 manuren	320 manuren
-Stellingbouw demontage	80 manuren	80 manuren
-Demontage (monteurs)	120 manuren	120 manuren
-Montage (monteurs)	120 manuren	120 manuren
-Off spec bij stillegging en opstart:	100% herwerkt	100% herwerkt
-Stikstofverbruik	67200 Nm³	67200 Nm³
-Dieselverbruik:	14.434 L	500 L
CO_2 Uitstoot	38105 kg CO_2	1320 kg CO_2
-Stroomverbruik:	0 kWh	4950 kWh
CO_2 Uitstoot	0 kg CO_2	2574 kg CO_2
-Totaal uitstoot CO2	38105 kg CO_2	3894 kg CO_2
-Afvalwaterproductie:	190 m³	26 m³

Use-Case Warmte Wisselaar (10)

Resultaat HD reiniging:

Er bleef nog een restvervuiling van ongeveer 0,5 mm in de buizen welke niet met HD te verwijderen was.

Gevolg:

Na 1,5 jaar diende een noodstop uitgevoerd te worden wegens opblokken van de warmtewisselaar.

Extra reiniging noodzakelijk

Normaal interval tussen reinigingen is 3 jaar

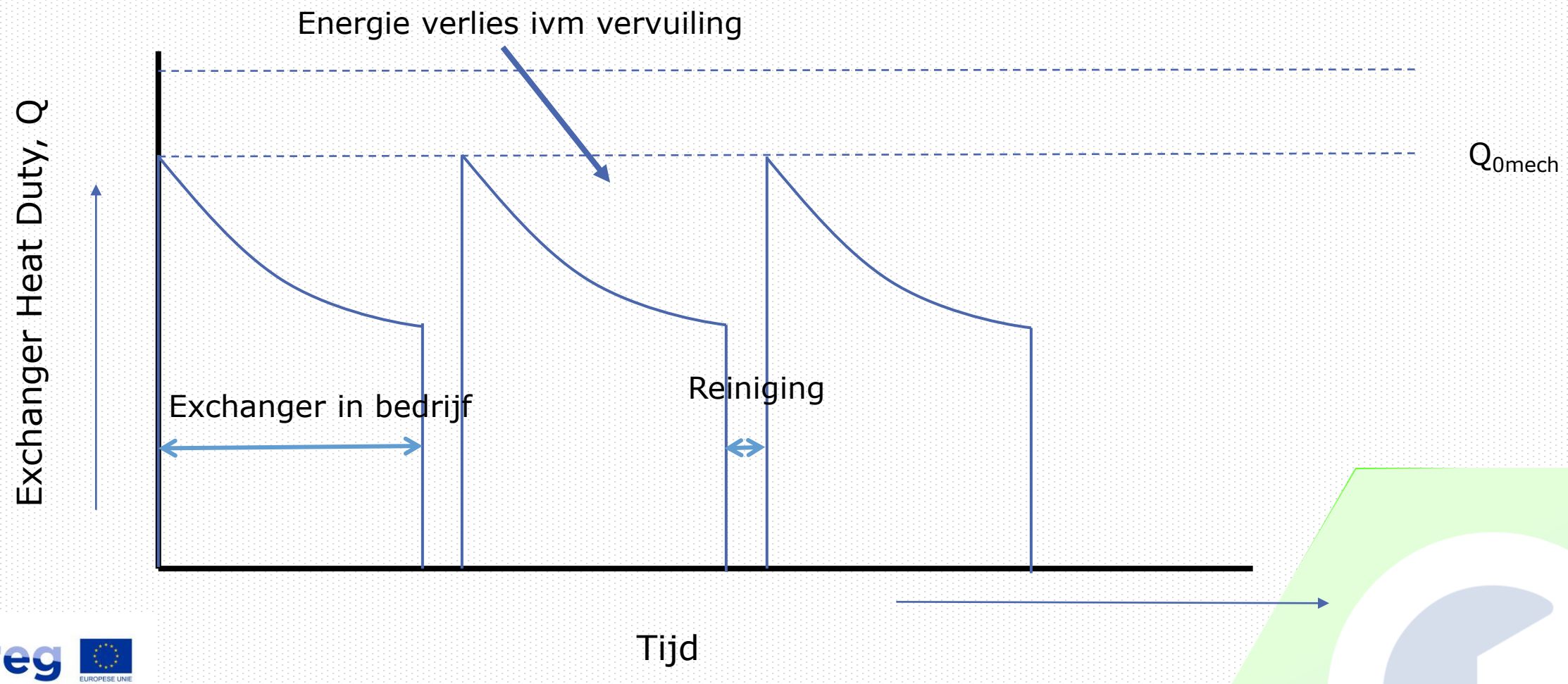
Resultaat Boren:

De buizen waren na het boren zuiver. Interval tussen reinigingen is terug 3 jaar.

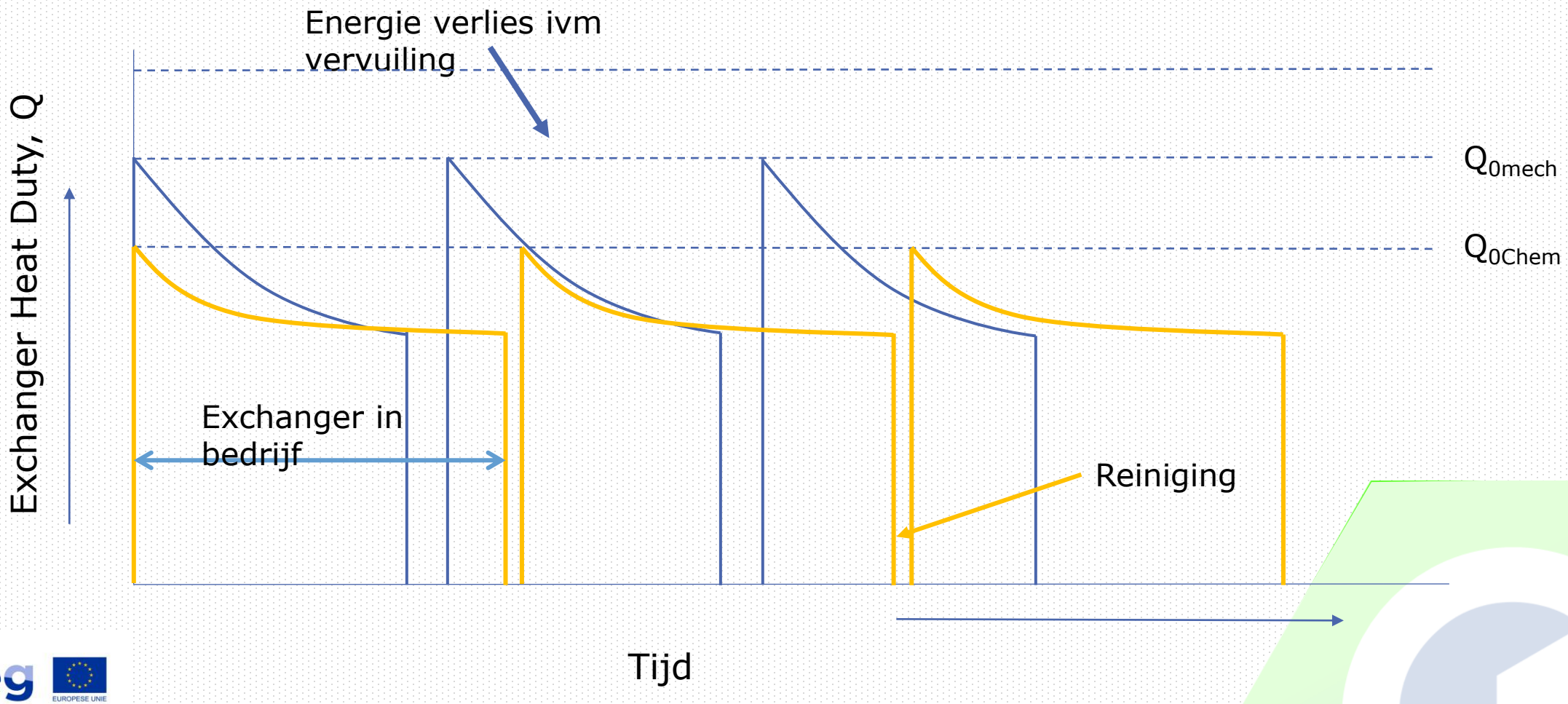
Achtergrond

Vergelijk tussen Mechanisch, Chemisch en Thermisch

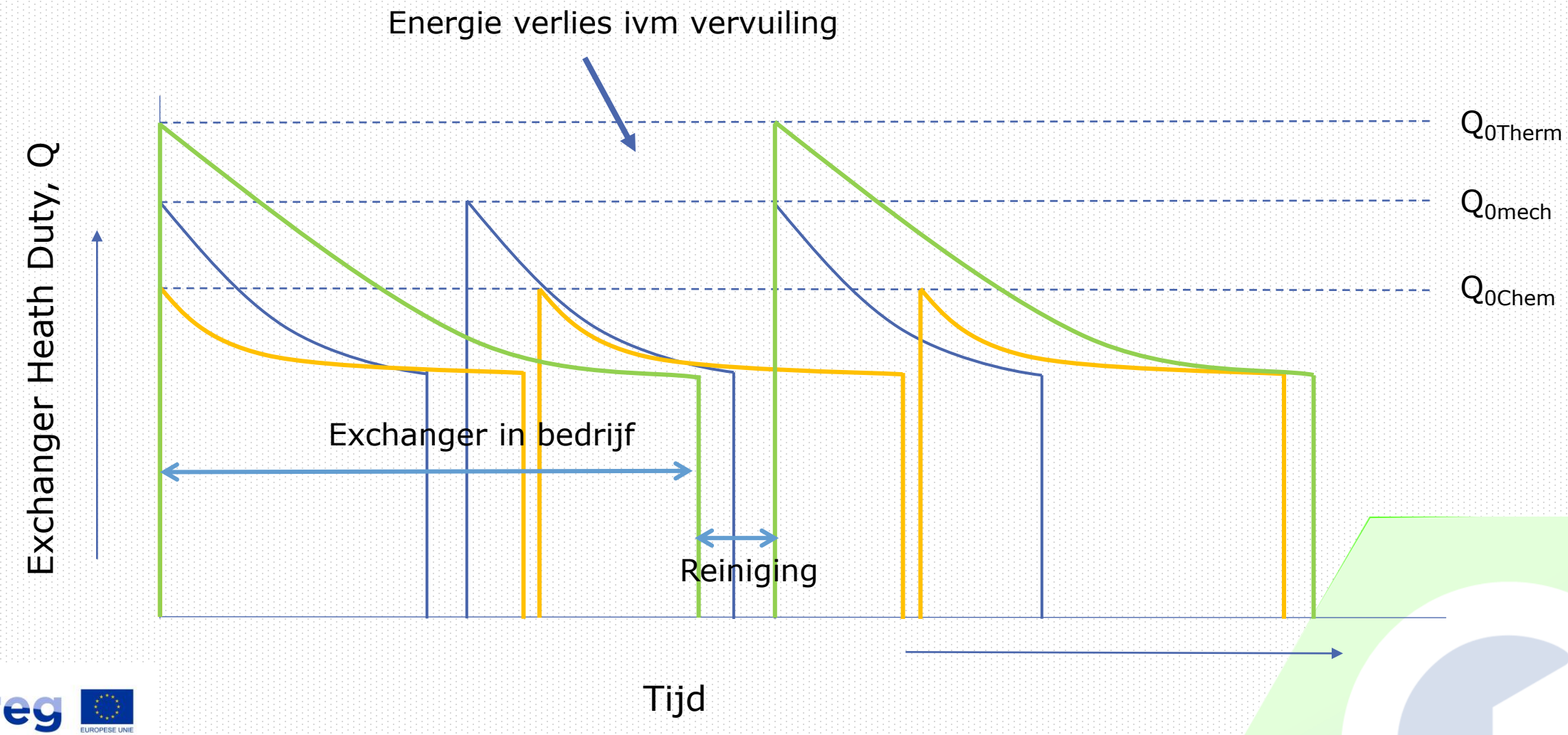
Hoge Druk reiniging (mechanische reiniging)



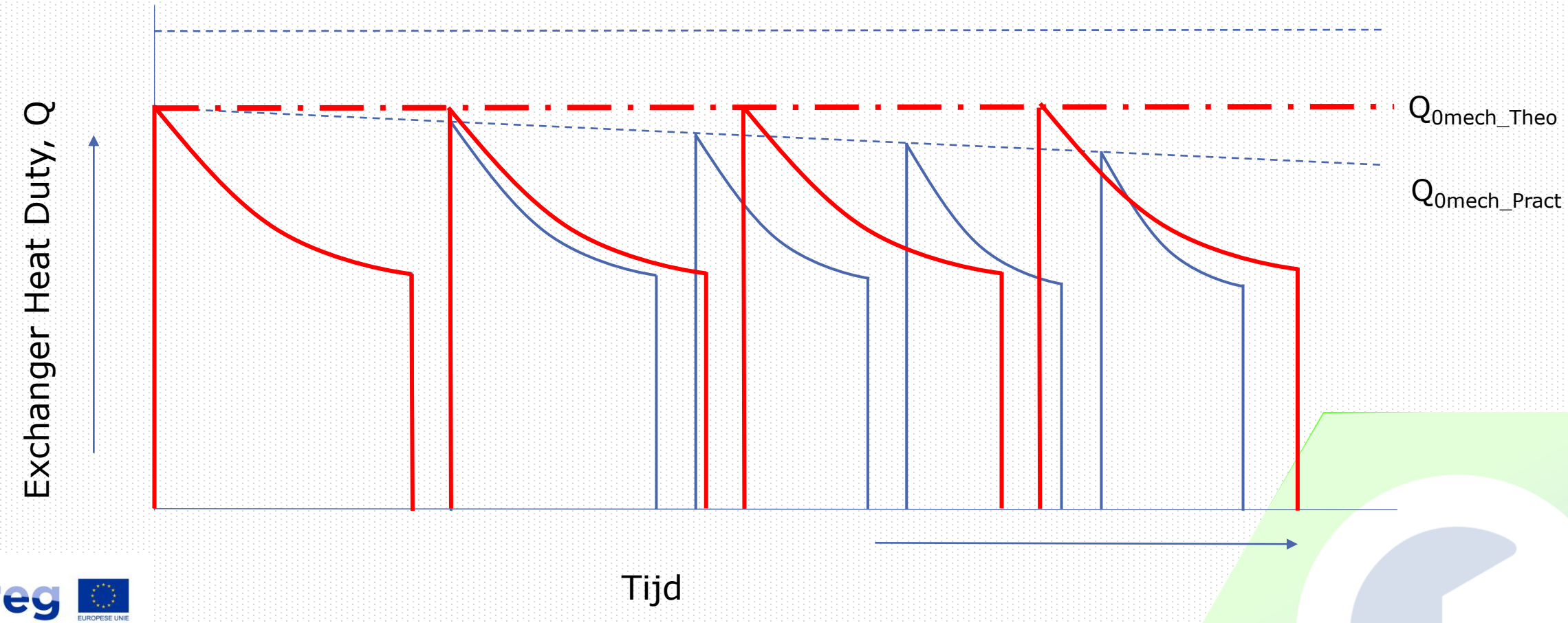
Chemisch Reinigen



Thermisch Reinigen



Praktische Ervaring



Cleanliness Improvement Percentage

Vergelijk van andere methoden t.a.v. Hoge Druk reiniging:

$$CIP = \frac{\left(\frac{Qa}{Qc}\right)_{Reinigings\,methode} - \left(\frac{Qa}{Qc}\right)_{Hoge\,Druk}}{\left(\frac{Qa}{Qc}\right)_{Hoge\,Druk}} \%$$

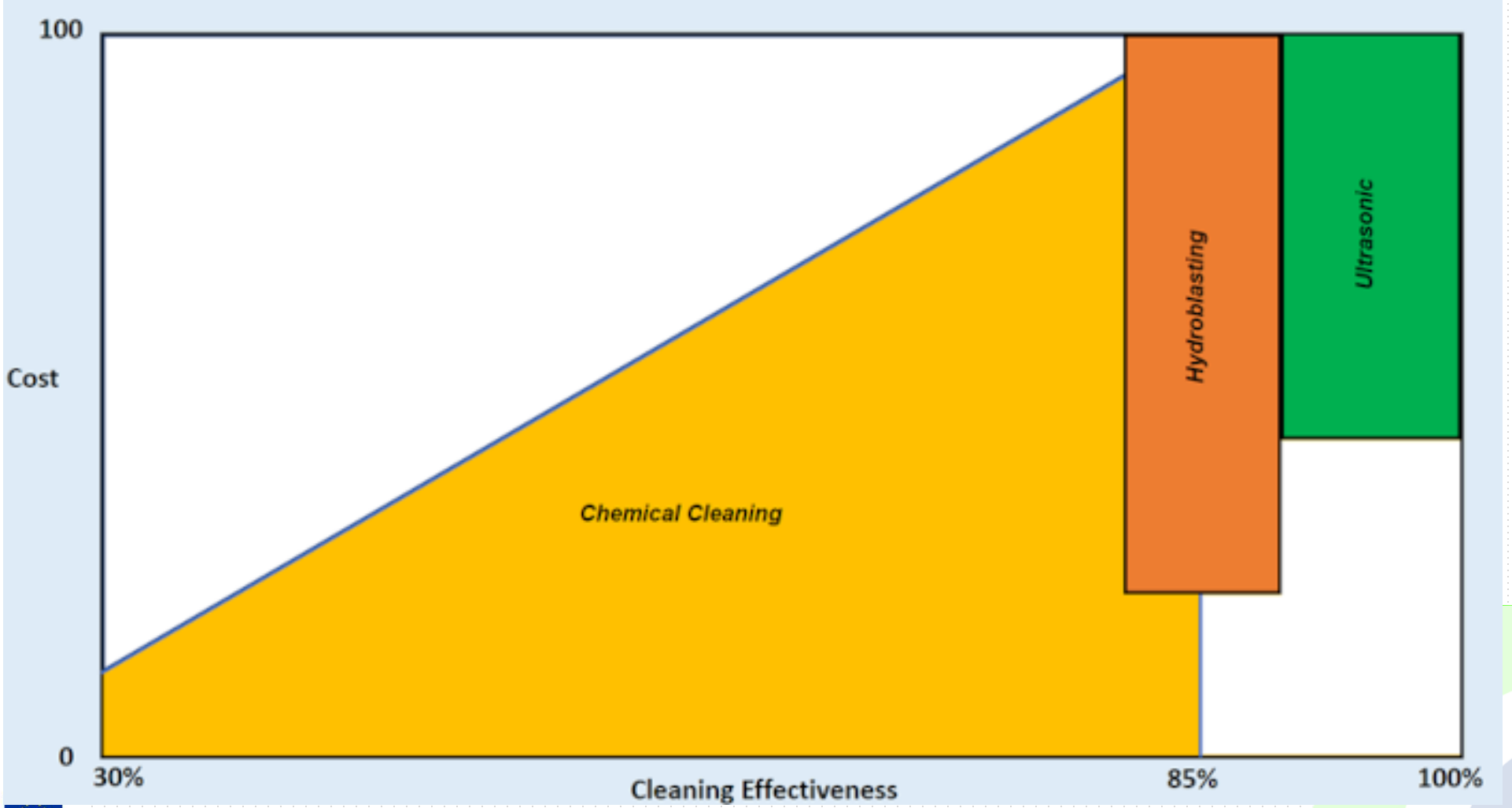
Q_c = Maximale theoretische 'heat duty' in schone situatie

Q_a = Actuele 'heat duty' op basis van plant data

Voorbeeld US vs Hoge druk in Rafinage

Customer	Service	Shell Side	Tube Side	Hydroblasting (Qa/Qc)	Ultrasonic (Qa/Qc)	CIP (%)	Energy Savings (kUSD/yr)	CO2 Reduction (tons/yr)
A	CPHT	Vac Resid	Crude	86%	97%	14%	$41.50	
A	FCC Slurry	BFW	FCC Slurry	78%	91%	17%	$473.00	6403
A	CPHT	HGO	Crude	62%	100%	61%	$269.00	5350
A	CPHT	Vac Resid	Crude	75%	100%	33%	$123.00	2178
A	CPHT	HGO	Crude	91%	100%	10%	$64.00	1131
A	CPHT	HGO	Crude	78%	93%	19%	$39.90	704
B	CPHT	Vac Resid	Crude	80%	100%	25%	$226.40	2178
A	CPHT	Vac Resid	Crude	80%	93%	16%	$326.80	4218
C	L/R DEA	Lean Amine	Rich Amine	90%	100%	11%	$184.00	1833
A	CPHT	ABPA	Crude	92%	98%	6%	$144.00	1912
D	CVDU	Flashed Crude	Vac Resid	86%	100%	14%	$679.00	6465
			Average	**82%**	**97%**	**21%**	**$233.69**	**3237**

Verschillen tussen de reinigingstechnieken



Himanshu Joshi, "***Comparison Of Heat Exchanger Cleaning Methods***"

Het bepalen van de reiniging methode

De volgende stappen dienen genomen te worden:

- ❑ Bepaal de juiste vragen.
- ❑ Bepaal het verwachte resultaat.
- ❑ Start de planning en voorbereiding proces.

De vragen

- Waarom dienen we te reinigen?
- Welke soort en hoeveel vervuiling word verwacht?
- Welke equipment willen we reinigen?
- Waar dient de reiniging plaats te vinden?
- Wat is de beschikbare tijd voor de reiniging?
- Welke reinigingstechnologieën zijn beschikbaar?
- Wat zijn de gewenste impact factoren op mens en milieu?

Reden van reiniging

De volgende oorzaken kunnen reden van reiniging zijn:

- Product wissel
  - Voorkomen van kwaliteit problemen of cross-contaminatie
- Inspectie/Onderhoud
  - Creëer een veilige werkomgeving waarin werkzaamheden uitgevoerd kunnen worden
- Product restricties
  - Flow, Druk, Heat Flux beperkingen tijdens operations

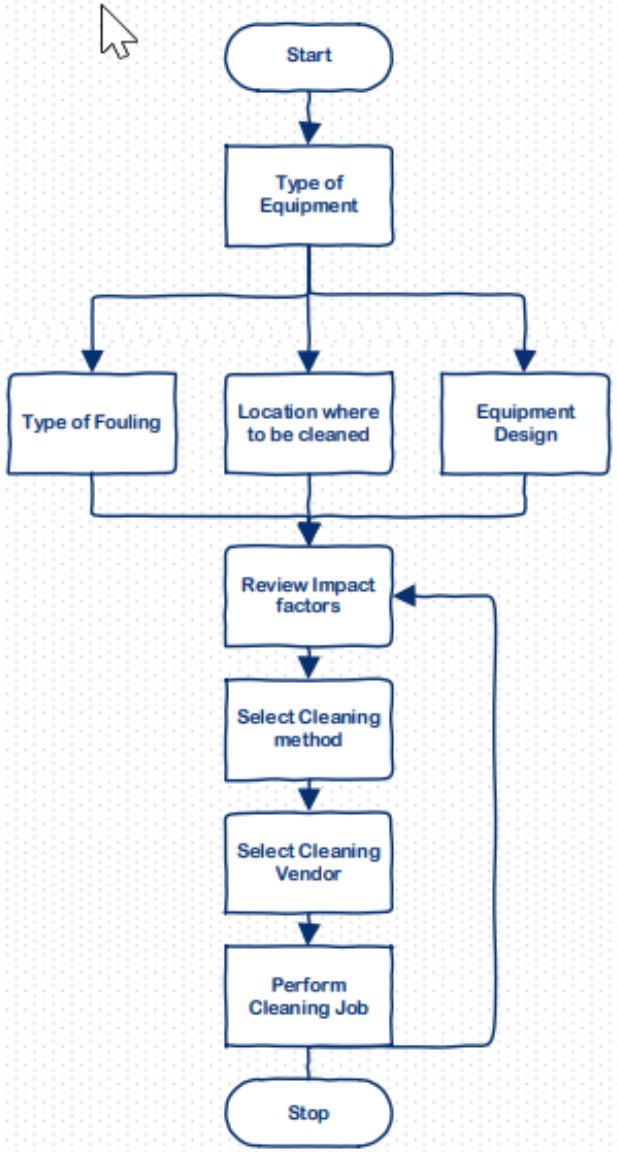
Tijdsbasis

Gebaseerd op de urgentie van de reiniging, voorbereiding en toepasbare methoden.

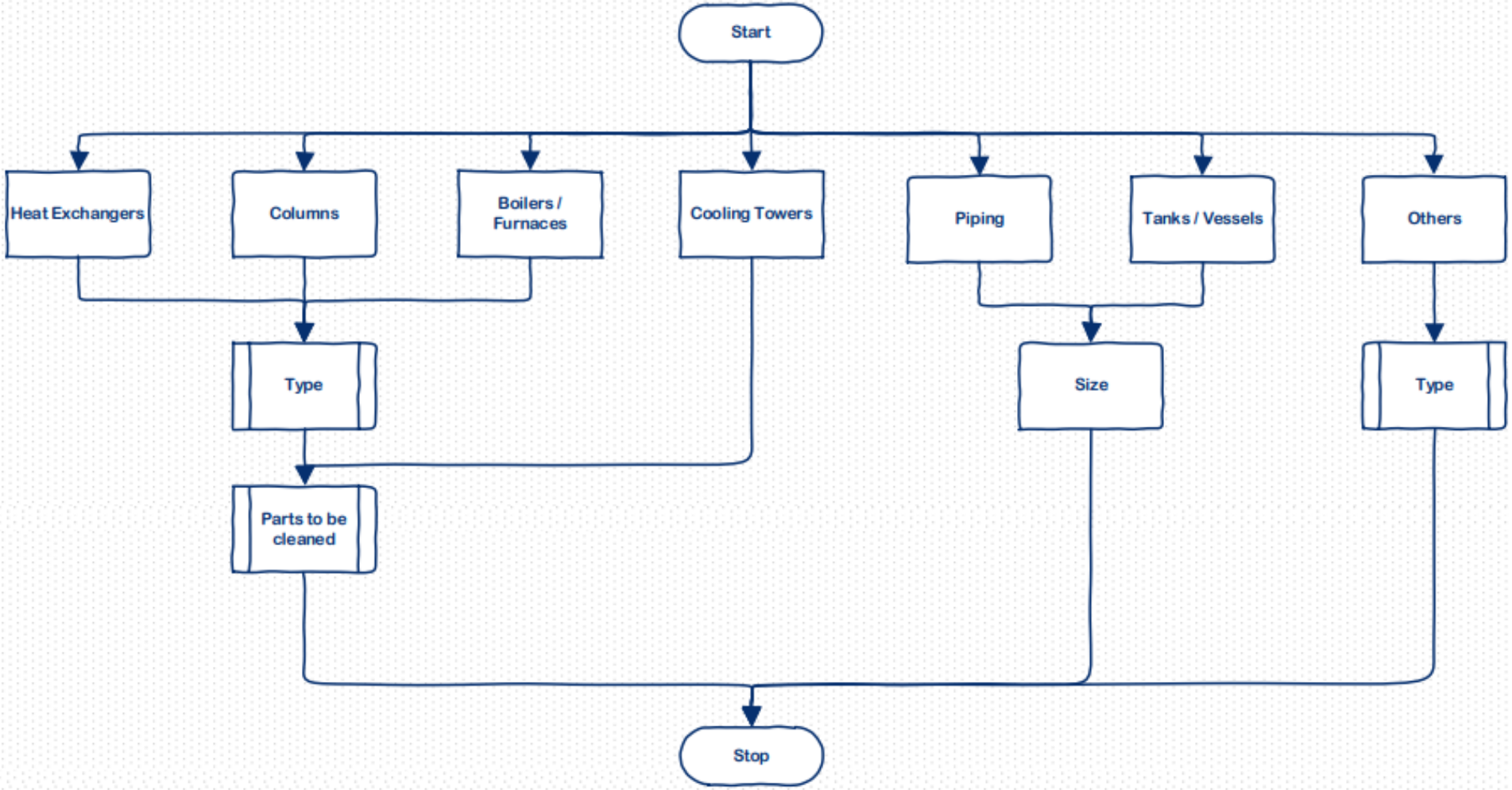
Enkele situaties:

- Break-Down (ongepland)
- Dagelijks onderhoud (korte termijn planning)
- Turn-Around (lang termijn planning)

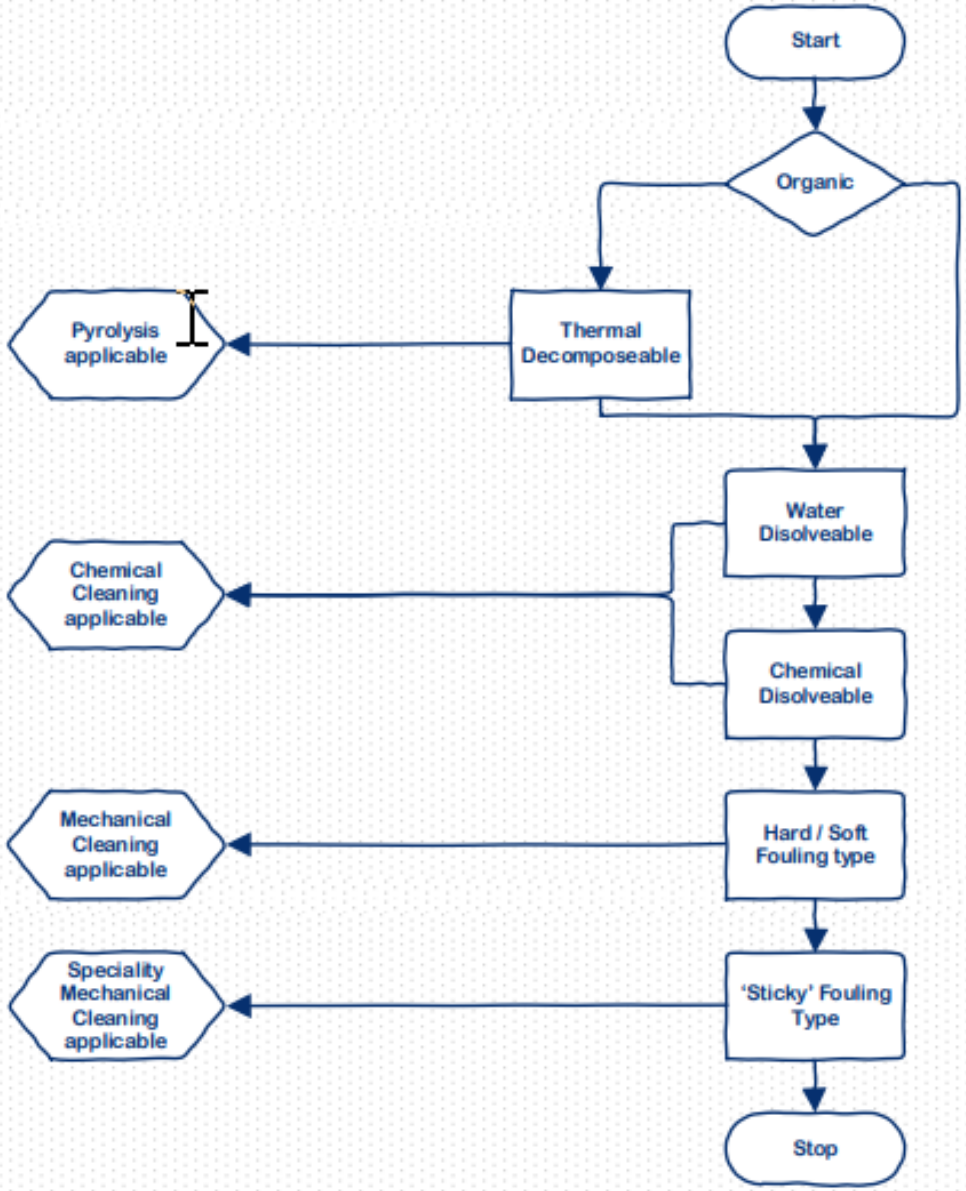
Selectie Flowschema



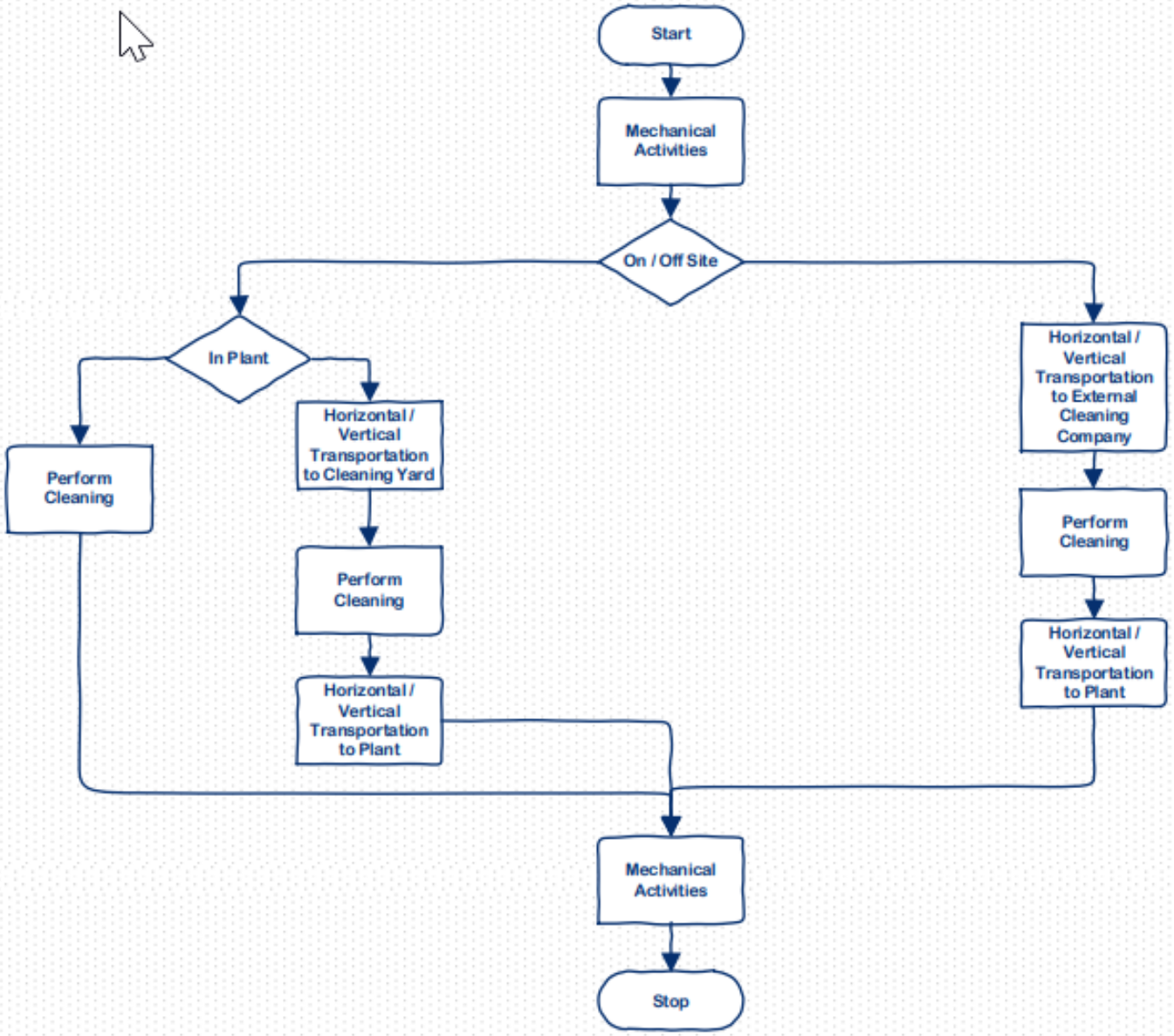
Soort Equipment om te reinigen



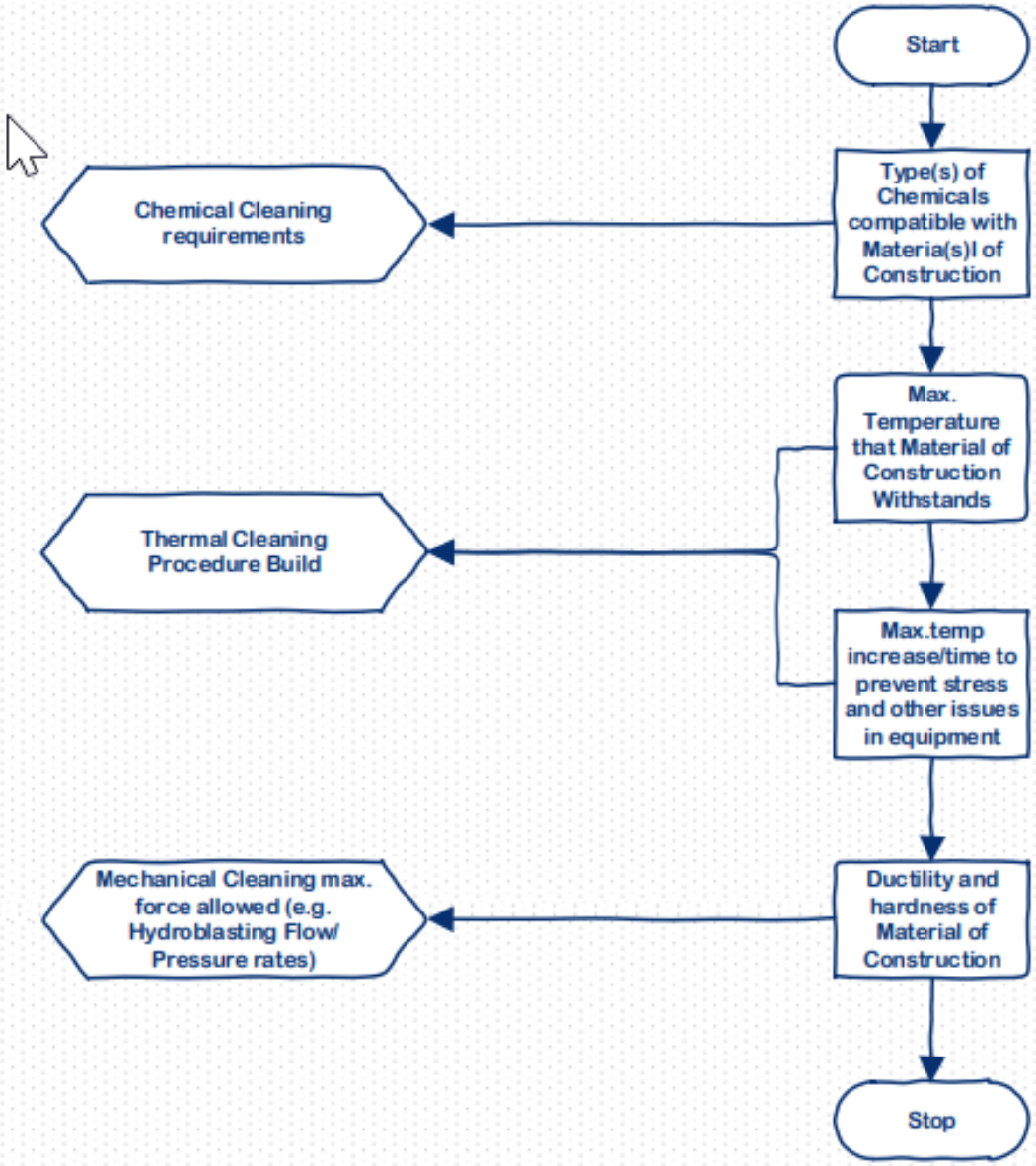
Bepaling van vervuilingstype



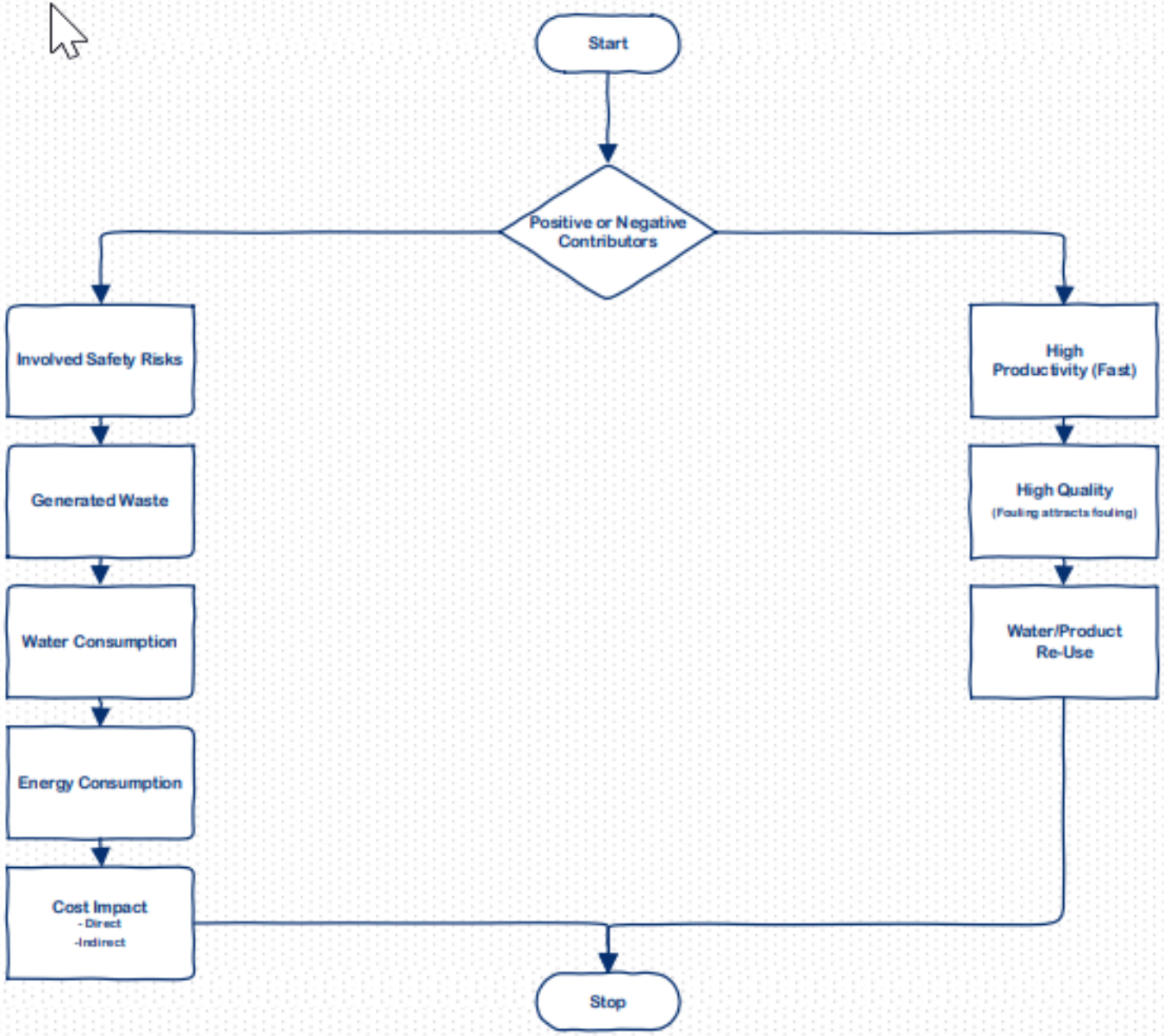
Waar de reiniging plaatsvind



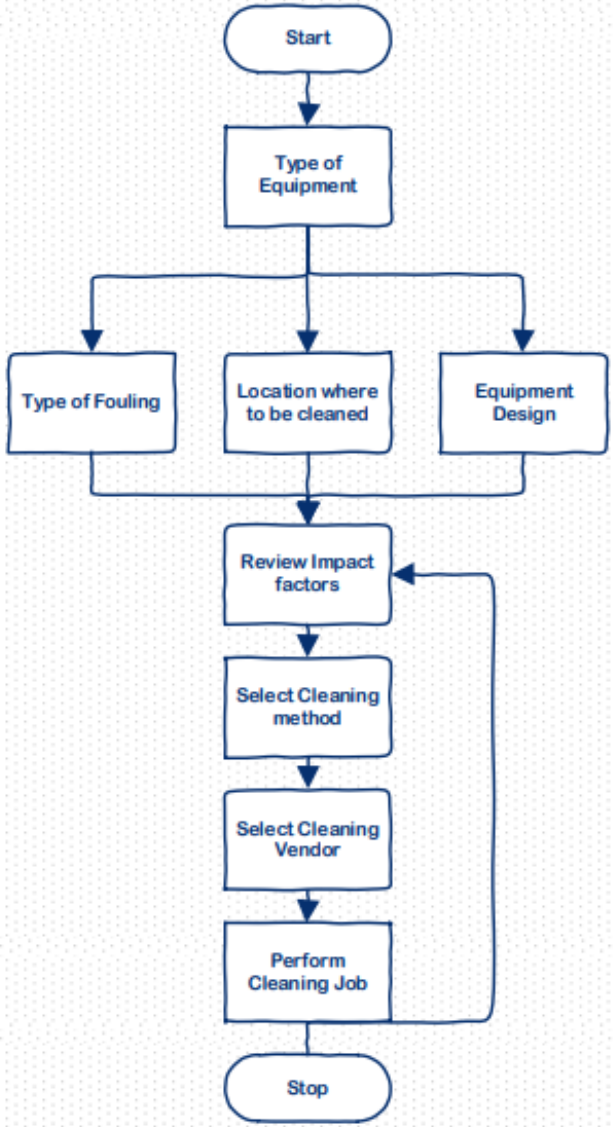
Beperkingen gebaseerd op equipment



Impact Factoren



Selectie Flowschema



Bepaal mogelijke methoden en impact

Gebaseerd op de voorgaande informatie kan een keuze gemaakt worden voor de toe te passen reinigingstechniek.

Dit proces word ondersteund door een beslissingstool

Beslis tool

Descision matrix - Industrial Cleaning 11/okt/22 ↓ Input

Core Value	Prio	Beschrijving
Sustainability	9	Waste, water, energy...
Cost	9	Direct and indirect
Productivity	6	Run-to-run time
Quality	9	Of the cleaning activity
EH&S Risks	9	total / severity of risks

Step 1: Reason for cleaning
Turnaround - planned <-- choose reason

Filter by choosing equipment, fouling type, on/off site, and what you want to view:

Step 2a: Equipment
- Boilers/Furnances
- Columns
- Cooling Towers
- Heat Exchangers
- Other equipment
- Piping
- Tanks / Vessels

Step 2b: Equipment...
- Boilers
- Compablock/Plate Excha...
- Compablock/Plate Excha...
- Cooling Towers
- Fin Fan / Aircoolers
- Fired Heater
- Other equipment

Step 2c: Equipment ...
- - Basin
- - Boiler Drum
- - Boiler Tubes
- - Bundle (external)
- - Bundle (External) + Shell
- - Bundle (inside tubes)
- - Collector

Strep 3: Fouling Type
- Anorganic Scale
- Asphaltine
- Cokes
- Coolingwater Products
- Corrosion
- Dust
- Oil

Step 4a: On or Off Site
- Off-Site
- On-site

Step 4b: In or Out of ...
- In-plant
- Off-site
- Out of Plant

Output ↓

Summary of resulting possible suppliers and cleaning methods. For details, see sheet.
Choose viewing options to ensure you see latest results.

View Feasible Methods Only
- No
- Yes

Suppliers and Methods

Possible Su...
- Supplier A
- Supplier B
- Supplier C
- Supplier D
- Supplier E
- Supplier F
- Supplier G
- Supplier H
- Supplier I
- Supplier J
- Supplier K
- Supplier L
- Supplier M

Method	Impact
M: Tube Darting & Scraping	7
M: 3D- Nozzle (Buterworth / Tankwas kop	-21
M: Rotating Hose Devices	-21
M: Water Jetting (UHP)	-21
M: Pigging	1
M: Ultrasonic Baths (Chemical Cleaning)	-53
M: Abrasive Blasting	-9
M: Drilling (Raedler)	-11
M: Hydrokinetic Cleaning	-11
M: Manway Canons	-21
M: Remotely Operated Vehicles	-44
M: CO2 Blasting	-33
M: Flushing	-21
M: Brushing	-31
M: Air Lancing	
M: Sodium Bi-Carbonate Blasting	-38
M: Vacuum, Blowing, Suction Technique	-11
T: Liquid Nitrogen Jetting	-34
T: Laser Cleaning	-8
T: Pyrolysis	1
C: Acidizing	-32
C: Degreasing	-32
C: Decontamination	-30

Bedankt voor uw aandacht.

Eventuele Vragen?