



Minskade NO_x- utsläpp med nya tillämpningar i rökgasrening

Panndagarna i Borås, 9. April, 2019

Valmet Technologies

Jonas Ståhls

Valmet Miljösystem

Innehåll

- 1 Introduktion till Valmet Miljösystem
- 2 Bakgrund till DeNOx- skrubberteknologi
- 3 Ozonskrubber
- 4 Klordioxidskrubber
- 5 Referenser
- 6 Sammanfattning & frågor



1. Introduktion till Valmet Miljösystem

Valmet Environmental Systems

Brett urval av produkter inom rökgasreningsteknologin

Bag house filter



Electrostatic precipitator



Wet limestone FGD



NaOH scrubber



Torr rökgasrening

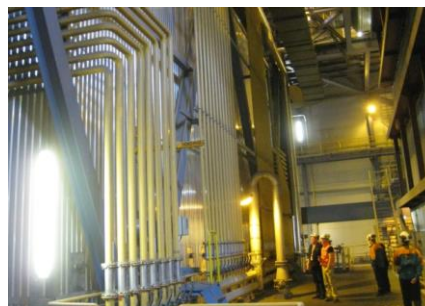
Våt rökgasrening

NO_x kontroll

Värmeåtervinning



SNCR



SCR



Condensing scrubber



Tube condenser

Valmet Environmental Systems

Rökgasrening och -kondensering

Teknologin är baserad på egen teknologi och know-how.

- Första skrubbern sedan 1972.
- Första luftuppfuktaren sedan 1993.
- Idag referenser över 100 st av våt rökgasrening och 40 st av torr rökgasrening.
- På Valmet Miljösystem jobbar över 200 pers.



2. Bakgrund till DeNOx- Rökgasskrubberteknologi

Utvecklad teknologi för att tackla
utmaningen med allt strängare
NO_x utsläppskrav

Sodapannor

Allt strängare utsläppskrav

- SNCR NO_x kontroll otillräckligt för att nå nya gränser
- SCR är inte tillämpligt p.g.a stoftblockeringar och deaktivering av katalysatorn

	Typical emissions	BAT* Emission limit values	
NO _x	120-250	120-200	mg/Nm ³
Dust _{after ESP}	5-190	10-25	mg/Nm ³
SO ₂	30-100	5-50	mg/Nm ³
TRS	0-50	1-5	mg/Nm ³

→ Ytterligare utsläppskontroll kan behövas

*Industrial Emissions Directive 2010/75/EU



Mesaugnar (Lime kilns)

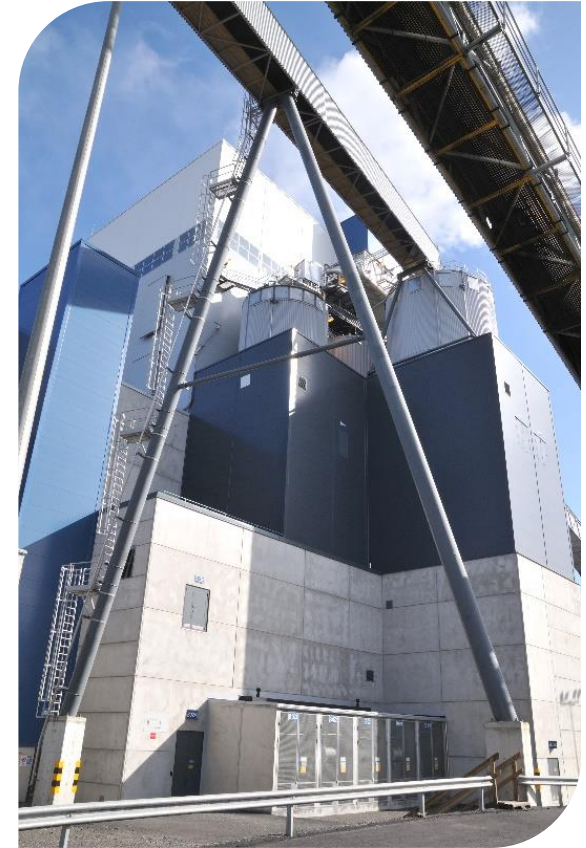
Allt strängare utsläppskrav

- Ingen SNCR applikation för mesaugnar
- SNCR NO_x kontroll otillräckligt för att nå nya gränser
- SCR är inte tillämbart p.g.a stoftblockeringar och deaktivering av katalysatorn

	Typical emissions	BAT* emission limit values	
NO _x	150-500	100-350	mg/Nm ³
Dust _{after ESP}	20-50	< 10	mg/Nm ³
SO ₂	10-30 (10-400 if NCG is burned)	5-70 (55-120 if NCG is burned)	mg/Nm ³
TRS	0-40	1-10	mg/Nm ³

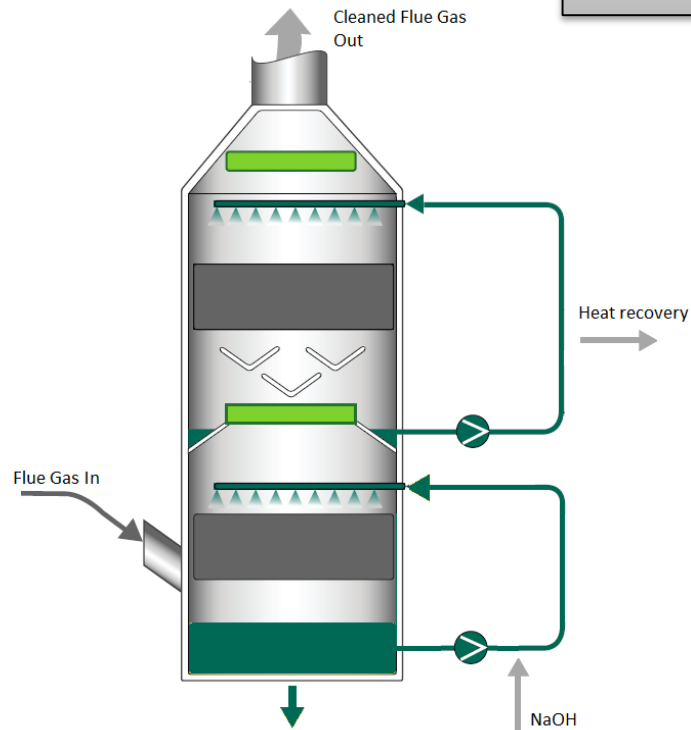
→ Ytterligare utsläppskontroll kan behövas

*Industrial Emissions Directive 2010/75/EU



Rökgasskrubber

Utvecklad teknologi som används för rökgasrening och värmeåtervinning.



Hög reduktion av:

SO_2

Stoft

HCl

NH_3

NO_x

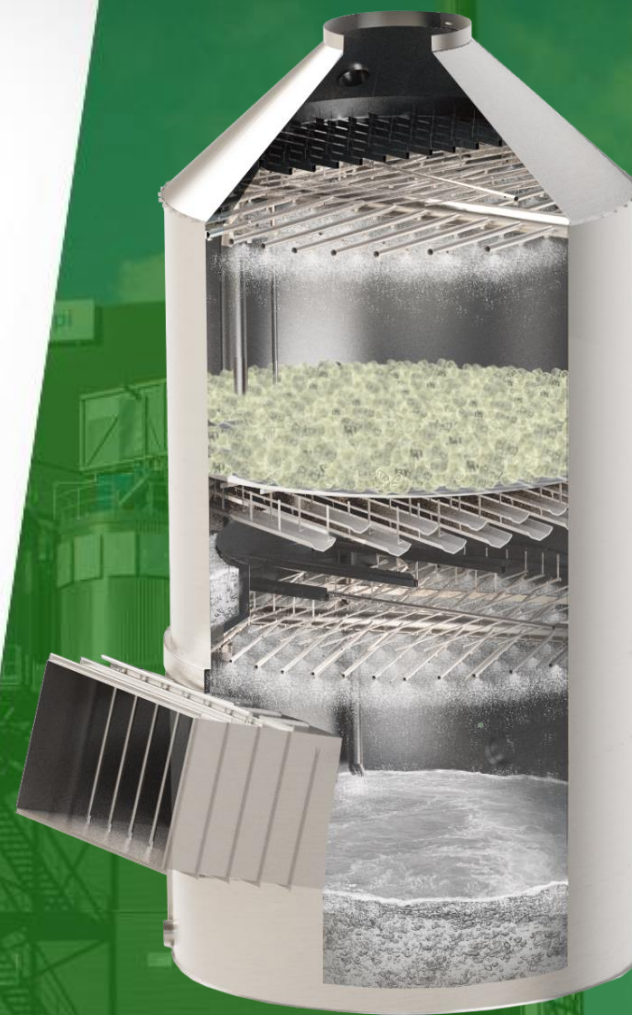


DeNOx skrubber

- NOx bildning vid förbränning
 - ~ 95% NO
 - ~ 5% NO₂

Kväveoxider	Löslighet i vatten (g/dm ³)
NO	0.032
N ₂ O	0.11
NO ₂	213
N ₂ O ₃	500
N ₂ O ₅	500
HNO ₃	Lösligt

- I atmosfären:
 - NO oxiderar till NO₂ med hjälp av syre & UV ljus
- I skrubbern:
 - NO oxideras med oxideringsmedel, exempelvis O₃ or ClO₂



3. Ozon DeNO_x- teknologi

NO_x kontroll med skrubber

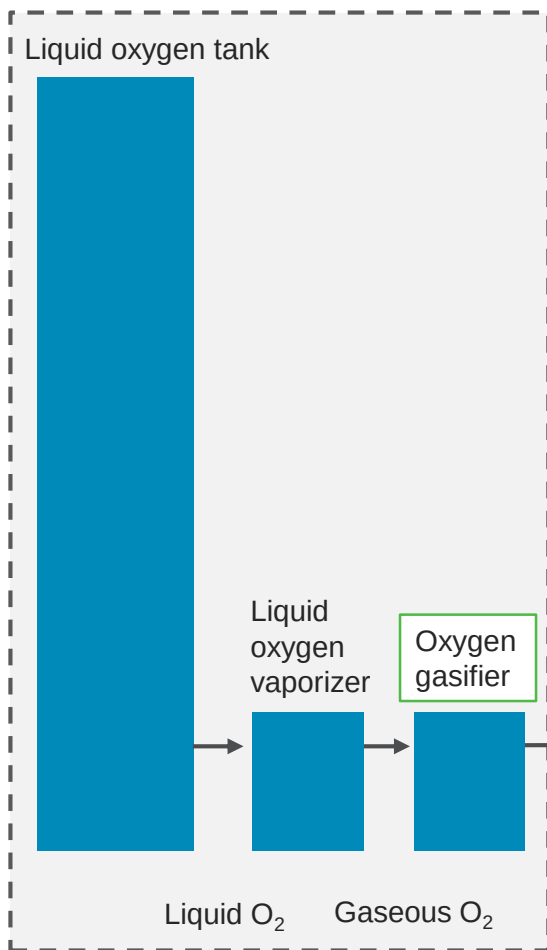
Ozon DeNO_x teknologi

- O₃/O₂ gasmix används för NO_x oxidering
- O₃/O₂ mix leds in till skrubber inloppet med luft som bärande ämne
 - Snabb NO oxidering till NO₂
- NO₂ tvättas i skrubbercirkulationen
- O₃/O₂ gasmixen produceras i en separat ozongenerator
- Redan nu som kommersiell teknologi

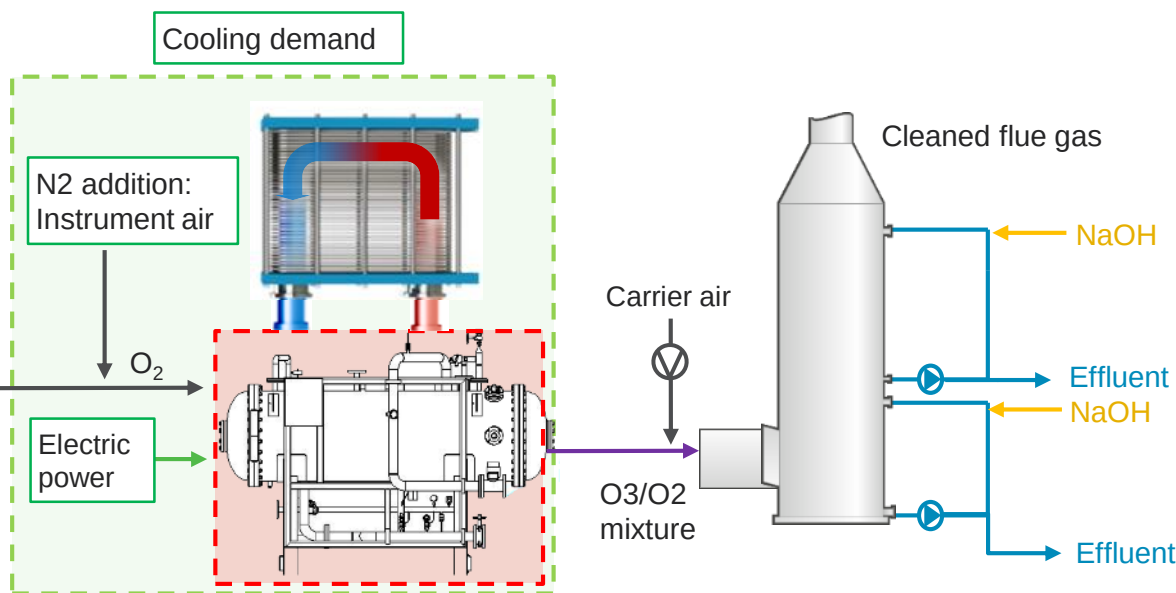
O₃
injection



Ozongenereringssystem



- **Ozongeneratoren** producerar ozon av **syre i vätskeform**
- Ozonproduktionen är **mängdbaserad** beroende på NO_x reduktionsgraden

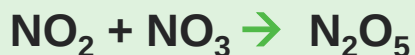
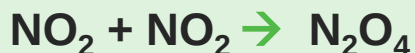


Förenklade kemiska reaktioner i Ozon DeNO_x teknologin

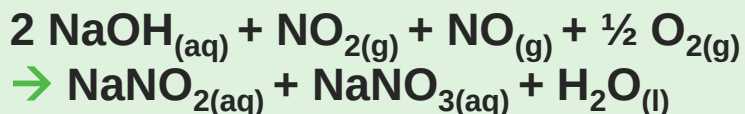
Primärselektiva reaktioner



Sekundär reaktioner



NO_x reaktioner i skrubbern



O₃
injektion



4. ClO_2 De NO_x - teknologi

Stabil NO_x kontroll med skrubber

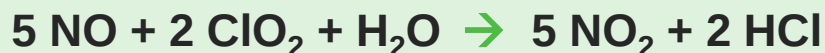
ClO_2 som oksideringsmedel i DeNOx skrubbern

- ❑ ClO_2 finns tillgängligt vid dom flesta cellulosafabrikerna
 - ClO_2 -vattenlösning används för blekning
- ❑ Låg energiförbrukning jämfört med Ozon DeNOx processen
- ❑ Hög selektivitet
 - NO till $\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_5$ oxiderar i millisekunder
- ❑ Hög och prompt oxiderings effektivitet

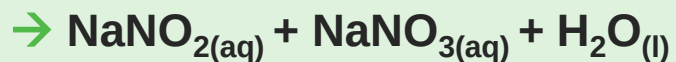
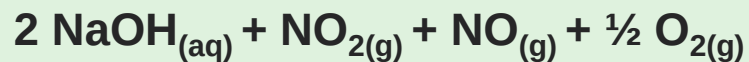


Förenklade kemiska reaktioner i ClO_2 De NO_x teknologin

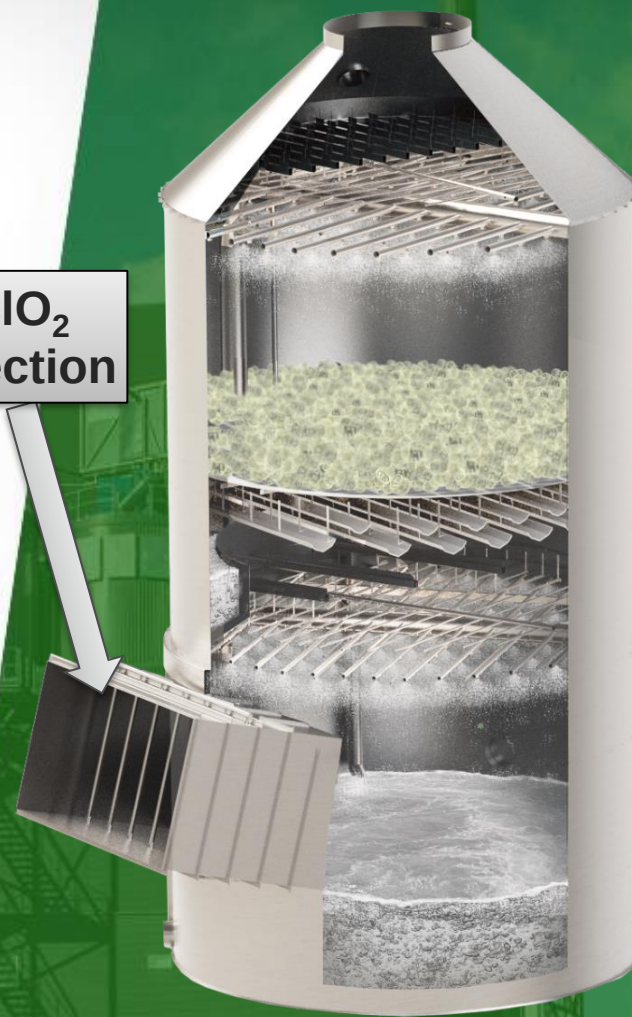
Primärselektiva reaktioner



NO_x skrubberreaktioner



ClO_2
injection



A low-angle photograph of an industrial facility, likely a power plant or refinery. A tall, white smokestack with red and white horizontal stripes at the top is the central focus, surrounded by a complex network of metal scaffolding, pipes, and walkways. The sky is clear and blue. On the left, there are large, corrugated metal structures, possibly part of a cooling system. A semi-transparent white box with rounded corners is overlaid on the right side of the image, containing text.

5. Referenser

- ClO₂ DeNO_x
- Ozone DeNO_x

Världens första sodapanna med DeNOx skrubber

Sun paper RB 450 t/d, Yanzhou, Kina

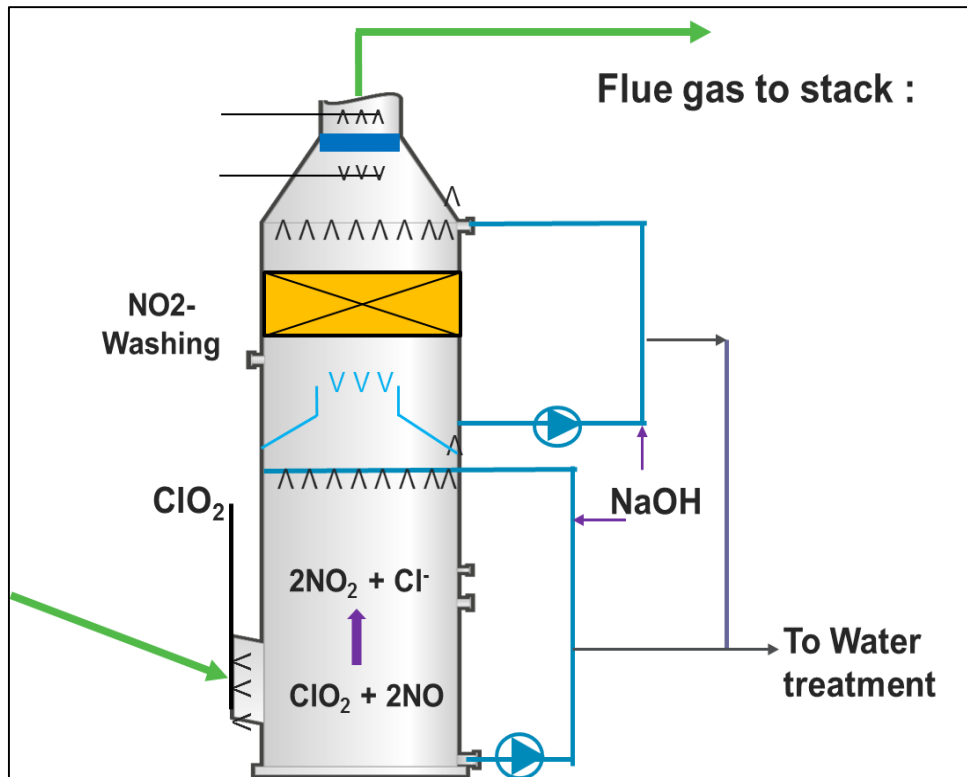
Allt tuffare utsläppskrav i Kina har lett till introduktion för ny teknologi vid cellulosfabriker:

- Start-up: 2017
- ClO_2 som oxideringsmedel
- Rökgasflöde: $28 \text{ m}^3/\text{s}$
- Effektiv oksidering med låg ClO_2 förbrukning har uppnåtts
- Uppnådd NO_x reduktion upp till 95 %

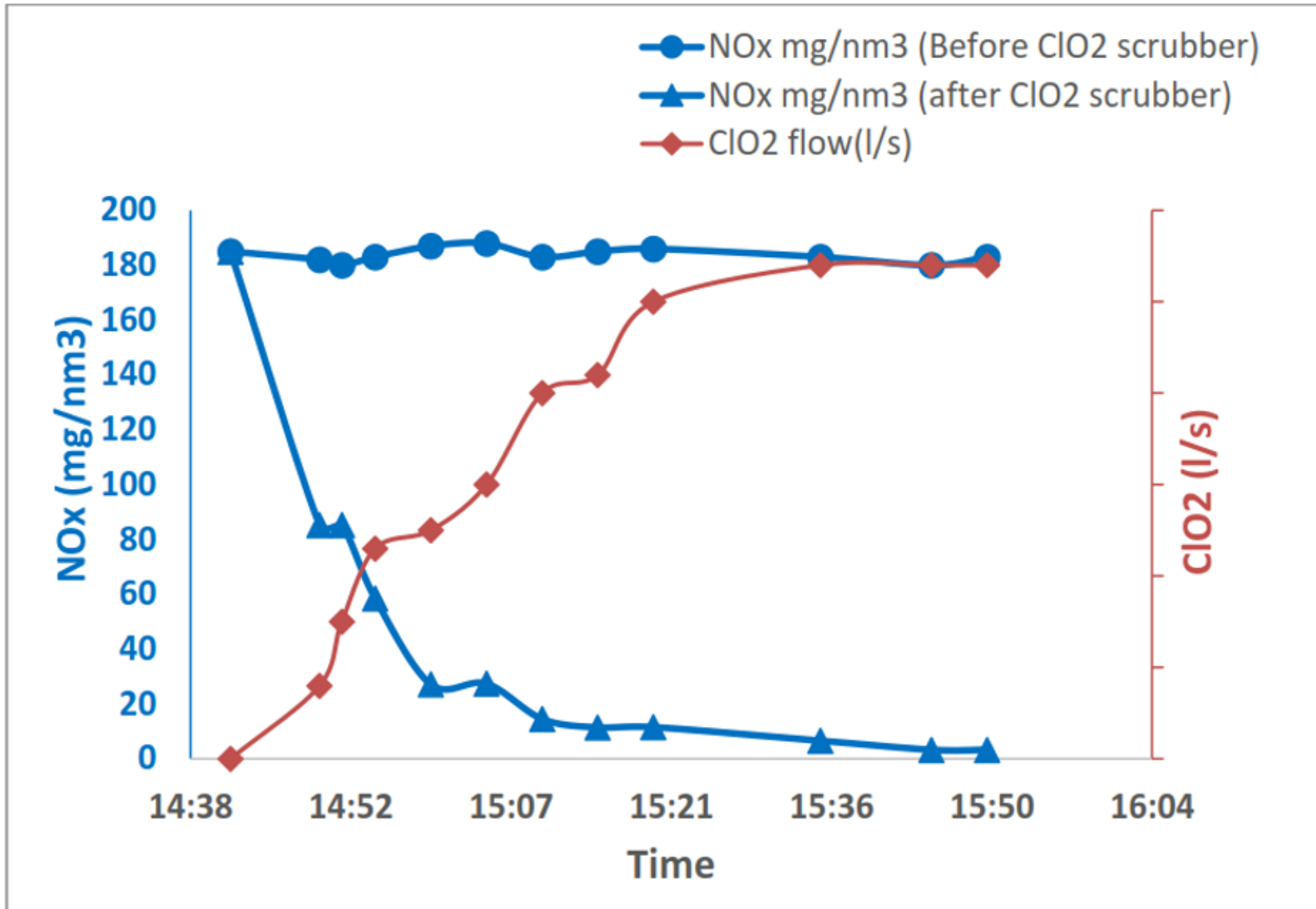


ClO₂ referens 1 – Sun paper RB 450 t/d, Yanzhou, Kina

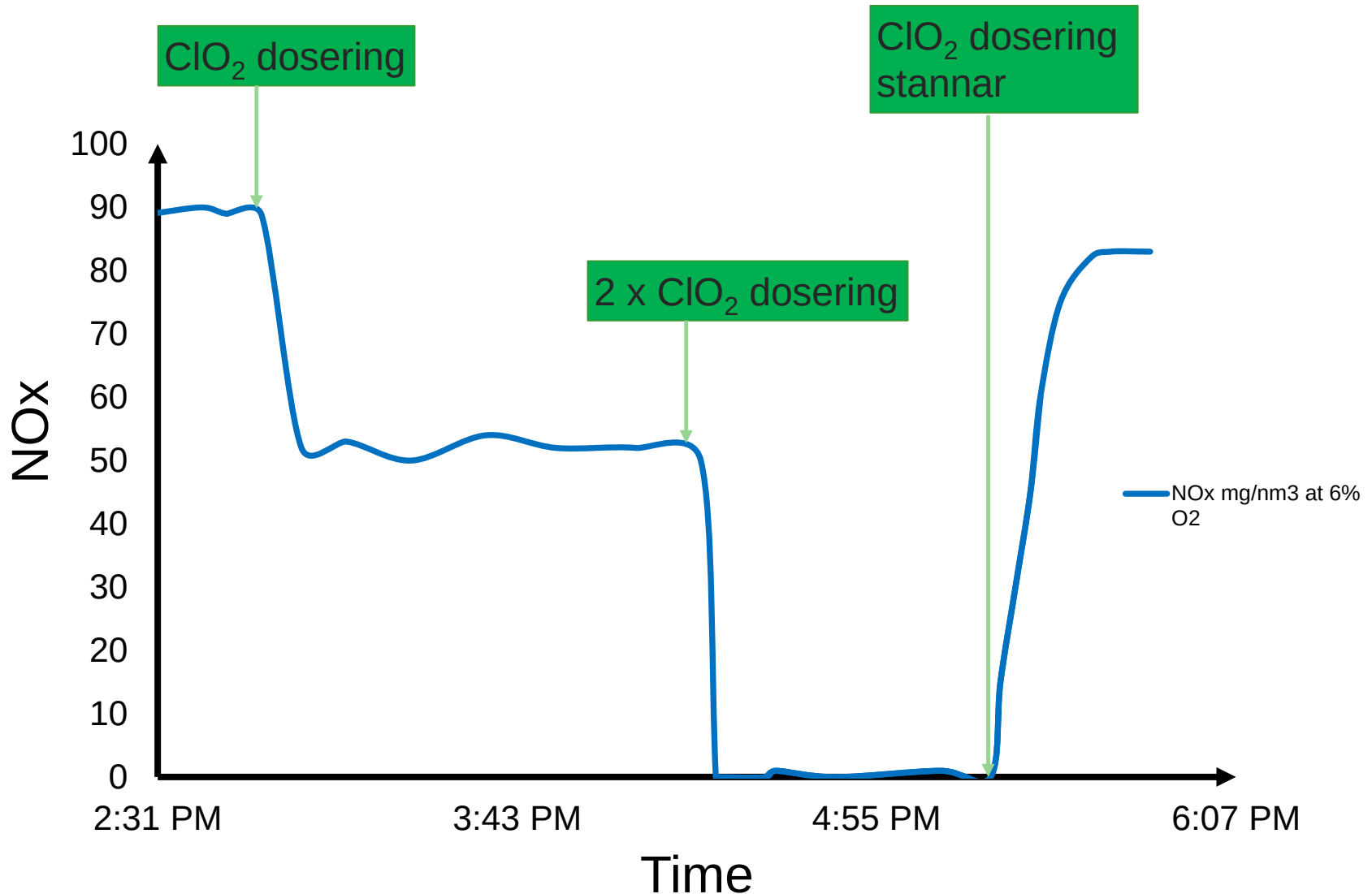
Världens första sodapanna med DeNOx skrubber



Prestandaprov: Sun paper RB 450 t/d



Prestandaprov: Sun paper RB 450 t/d



Ozone DeNO_x Asia Symbol Pulp and Paper

Kina

Data	
Bränsle	Naturgas, odorösa gaser
Teknologi	Ozon DeNO _x
Gasflöde	80 000 Nm ³ /h (våt)
Inlopps NO _x	320 mg/Nm ³ (dry, 6% O ₂)
Utlotts NO _x	<100 mg/Nm ³ (dry, 6% O ₂)
NO _x reduktion:	70%
Status	Pågående projekt

Ozone DeNO_x Confidential customer
China



Valmet DeNOx Skrubberreferenser

Customer	DeNOX scrubber Application	Delivery status	Start-up	NOx limit
Sun Paper Yanzhou	RB 450 tDS/d ClO ₂ DeNOx scrubber	Delivered In operation	2017	100 mg/m ³ n
Sun Paper Yanzhou	RB 1000 tDS/d ClO ₂ DeNOx scrubber	Delivered In operation	2018	100 mg/m ³ n
Sun Paper Yanzhou	RB 900 tDS/d ClO ₂ DeNOx scrubber	Delivered In operation	2019	100 mg/m ³ n
Asia Symbol (Shandong) Pulp and Paper Co. Rizhao	NCG Incinerator O ₃ DeNOx scrubber	Under construction	2019	100 mg/m ³ n
Asia Symbol (Shandong) Pulp and Paper Co. Rizhao	RB 7500 tDS/d ClO ₂ DeNOX scrubber (2 pcs)	Under construction	2019	100 mg/m ³ n
Asia Symbol (Shandong) Pulp and Paper Co. Rizhao	Lime Kiln ClO ₂ DeNOX scrubbers (2 pcs)	Under construction	2019	100 mg/m ³ n
Sun Paper Zoucheng	RB 1600 tDS/d ClO ₂ DeNOX scrubber	LOI	2019	100 mg/m ³ n

6. Sammanfattning och frågor

Sammanfattning DeNOx skrubber

- Oxiderat NO_2 löser sig lätt i skrubbercirkulationen
- Prestandaprov har visat t.om. 95% reduktion av NO_x
- Klordioxid finns tillgängligt vid dom flesta cellulosafabriker
- Cellulosafabriker har befintliga vattenreningssystem
- Den ända teknologin för Sodapannor och Mesaugnar för att pålitligt och flexibelt nå de lägsta utsläppen
- Världens första ClO_2 baserad DeNOx skrubber efter Sodapanna i drift sedan start-up 2017

