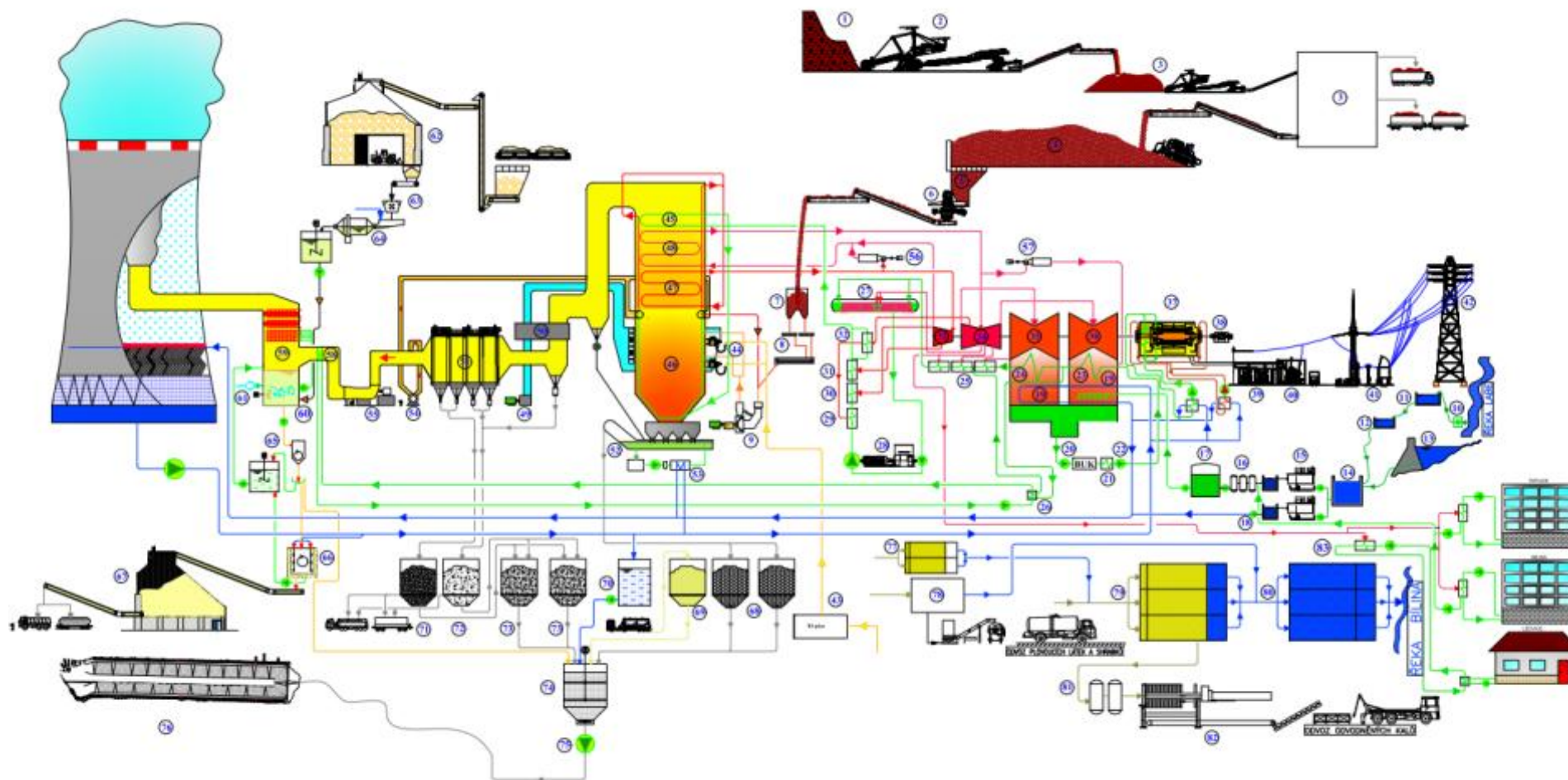




# NADKRITICKÝ BLOK B6 660MW LEDVICE

P. TŮMA

# SCHÉMA BLOKU 660MW



# HLAVNÍ MILNÍKY VÝSTAVBY NZ ELE



## Hlavní milníky výstavby:

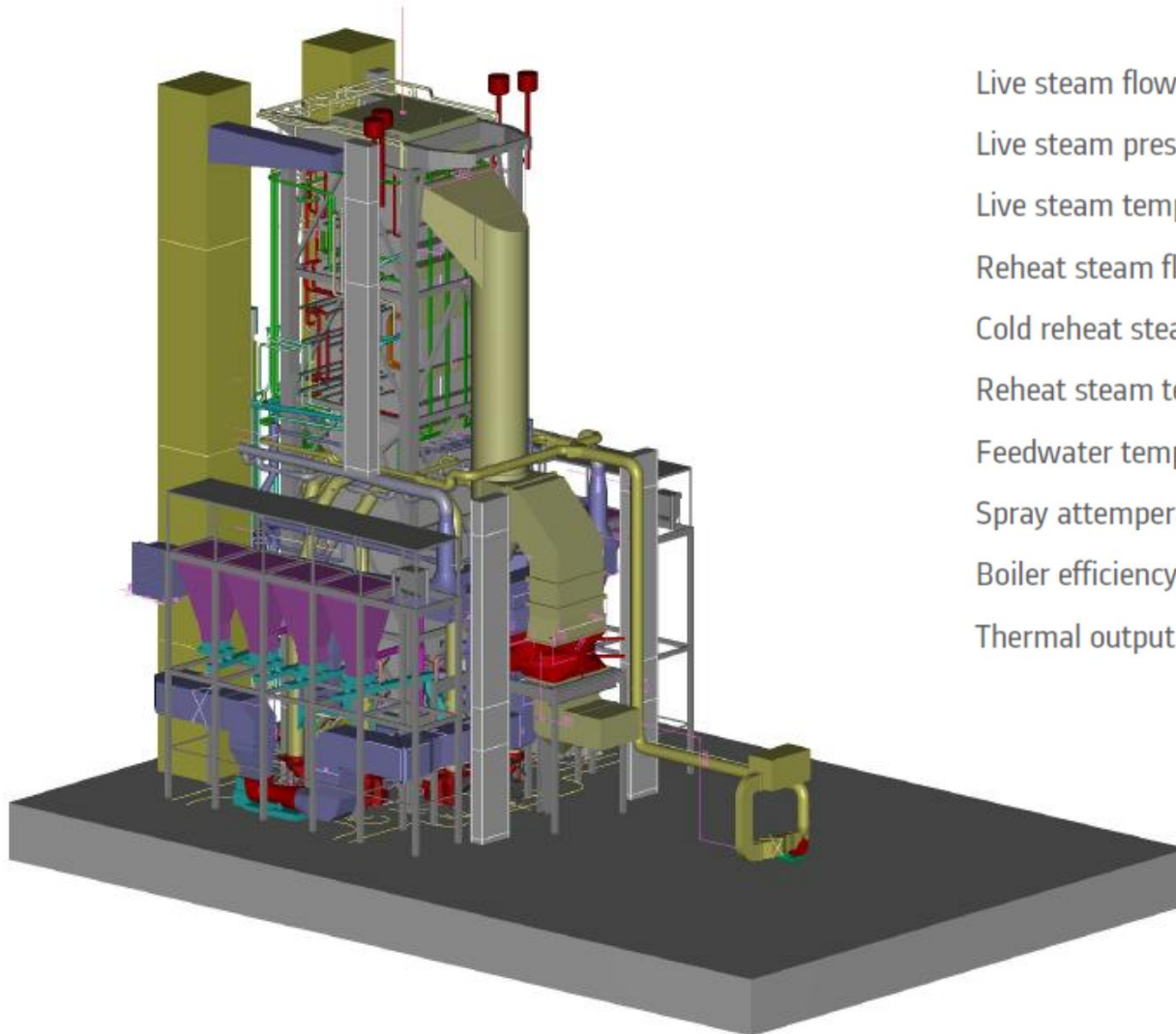
Podpis Smlouvy s GD (EPC)	09/2006
Demolice objektů_ uvolnění pro NZ	05/2007
Výstavba náhradních objektů	09/2007
Vydané stavební povolení výstavby NZ	08/2008
Zahájení výstavby NZ (2. fáze)	01/2009
Vyvedení výkonu	07/2010
Zahájení zkušebního provozu NZ (PAC)	11/2017
Ukončení zkušebního/záručního provozu (FAC)	11/2019

Dne 15.11.2017 zahájen Zkušební provoz (2 roky)

Dne 29.11.2017 obdržena licence NZ ELE od ERU

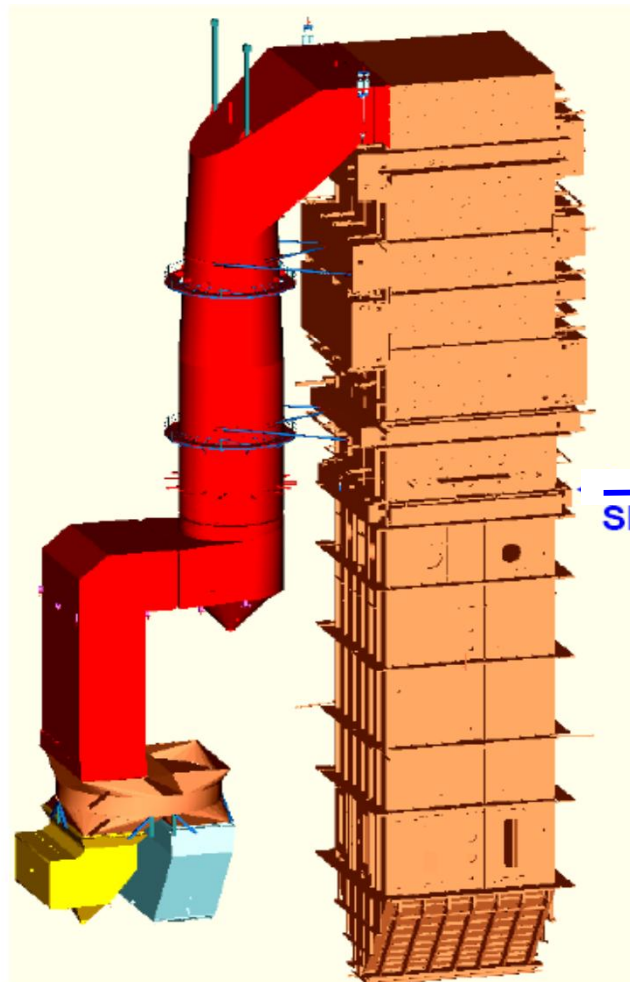
Blok má veškeré certifikace PpS dle Kodexu Přenosové soustavy

# KOTEL A MAXIMÁLNÍ PARAMETRY



		<b>BMCR</b>
Live steam flow	t/h	1731
Live steam pressure	bar	280
Live steam temperature	°C	600
Reheat steam flow (at inlet)	t/h	1487
Cold reheat steam pressure	bar	53.1
Reheat steam temperature	°C	610
Feedwater temperature	°C	290
Spray attemperation SH/RH	%	6 / 1.6
Boiler efficiency	%	91.36
Thermal output (total)	MW	1339

# MATERIÁLOVÁ KONCEPCE PLÁŠTĚ KOTLE



Part	Material
SH1 - non-flow	13CrMo4-5: 114 – 125 m
SH1 (120 mm pitch) Upper Part	T24: 95 – 114 m
SH1 (60 mm pitch) Lower Part	T24: 70 – 95 m
EVA - Transition Piece	T24: 68 – 70 m
Evaporator	T24: 50 – 68 m
Evaporator	13CrMo4-5: 16 – 50 m
Evaporator - Hopper	16Mo3: 3 – 16 m

# MOTIVACE A PŘÍSTUP K POUŽITÍ NOVÝCH MATERIÁLŮ A TECHNOLOGIÍ



## Dodavatel

- **Motivace** – zvýšení konkurenceschopnosti progresivním designem, zvýšení zisku snížením nákladů a času z důvodů neprovádění některých technologických operací (např. předehřev, PWHT)
- **Riziko** – zvýšení nákladů z důvodů nepředvídaných technologických problémů,

## Investor

- **Motivace** – zvýšení zisků z výroby zvýšením parametrů a tím i , splnění požadavků BAT, zvýšení živostnosti z hlediska vyšších pevnostních charakteristik
- **Riziko** – možné snížení spolehlivosti zařízení z důvodů nepředpokládaných materiálových poruch v průběhu provozu

# POUŽITÍ MATERIÁLU T24 V ZAHRANIČNÍCH PROJEKTECH JINÝCH INVESTORŮ



## Poruchy výparníku nadkritických kotlů z materiálu T24

- 03/2010 – Walsum (Německo), 10/2010 Boxberg (Německo) a 03/2011 Walsum (Německo) – opakovaně po opravách

## Hypotézy porušujícího mechanismu

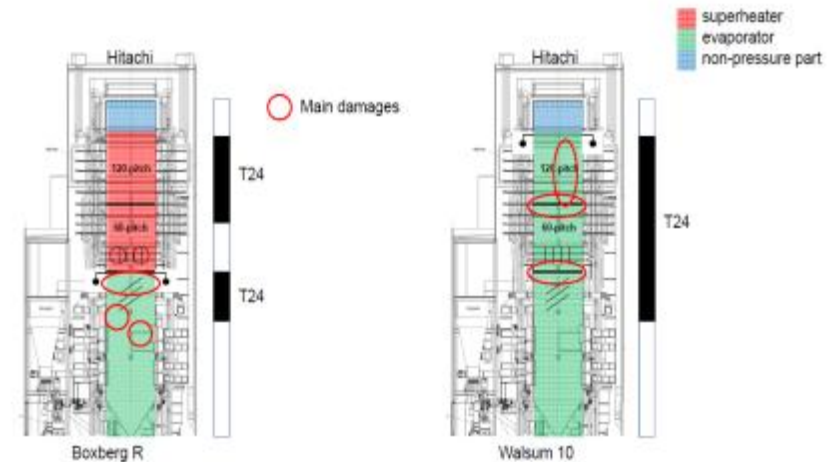
- Vodíkem indukovaná koroze pod napětím (HSCC)
- Anodická koroze pod napětím (Anodic SCC)

## Přístup řešení problému poruch výparníku

- Přístup řešení výměnou materiálu
- Přístup řešení eliminací klíčových faktorů porušujícího mechanismu

## Řešení pro projekt NZ ELE

- Rozhodnutí bylo uděláno na základě spolupráce s VGB skupinou Task Force T24 a některými provozovateli



# SCÉNAŘE A RIZIKA HODNOCENÁ PŘI JEDNÁNÍ S DODAVATELEM



FÁZE PROJEKTU / KLÍČOVÉ FAKTORY	MATERIAL	MECHANICAL STRESS	ENVIROMENT
NÁVRH		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimalizovaný design tlakových částí kotle</li> <li>• Změna rozměrů trubek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimalizace složení okruhu napájecí vody</li> </ul>
VÝROBA A MONTÁŽ	(Limitování obsahu C v přídatném materiálu pro svařování tlakových částí z T24 – pouze pro montáž)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doplnující požadavky ITP s dodatečnými zkouškami a opatřeními</li> <li>• Detailní opravná procedura</li> <li>• Školení svářečů</li> <li>• PWHT (žihání po svařování) kritických částí (FGRS okna a přechodníky)</li> <li>• Vícevrstvé svařování</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Předehřev před svařováním (minimalizace vodíkem indukovaných trhlin)</li> </ul>
NAJÍŽDĚNÍ		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperování kotle na 450°C</li> <li>• Externí sušení vyzdívek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tlakové části kotle z T24 nebudou podrobeny kyselé vyvážce</li> <li>• Rychlé najetí, nízký obsah O<sub>2</sub> pro rychlé tvoření ochranné magnetitové vrstvy</li> <li>• Použití hydrazinu na kontrolu O<sub>2</sub> v napájecí vodě ve fázi najíždění</li> </ul>



# PORUCHA VÝPARNÍK 2016



- Vznik netěsnosti: 2 montážní sváry mezi připojením FGRS okna 704 a membránovou stěnou výparníku
- Datum vzniku netěsnosti: květen/červen 2016 (objeveno na začátku června)
- Provozní hodiny: cca 3200 h na částečném výkonu a cca 100 h na plném výkonu
- Maximální provozní teplota: 465°C
- Maximální návrhová teplota: 515°C
- Maximální provozní tlak: 304bar
- Maximální návrhový tlak: 322bar
- Materiál: ocel 7CrMoVTiB10-10 (T24)



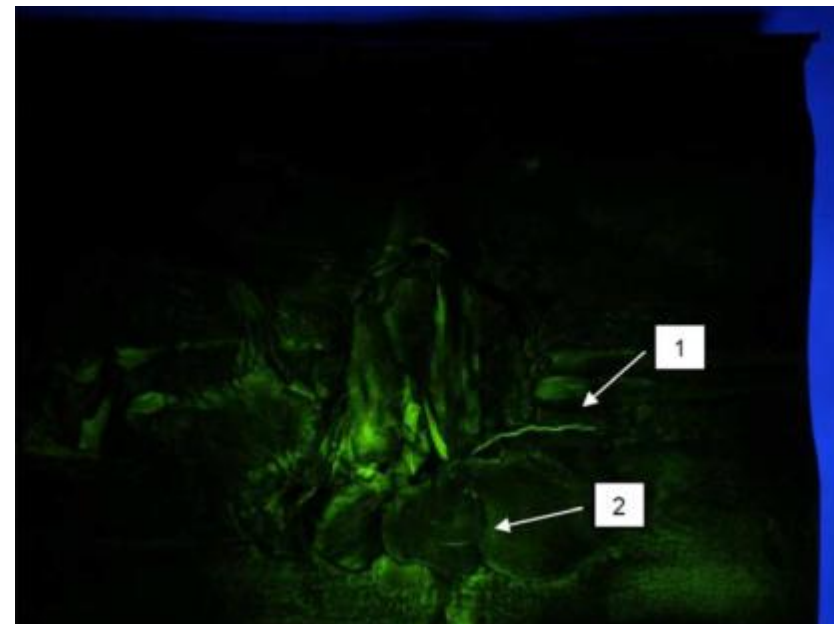
# TRHLINY V OBLASTI NETĚSNOSTÍ NA MEMBRÁNOVÉ STĚNĚ



Trhliny z otopené strany (spalin)



Trhliny z neotopené strany



Vzhled hlavní trhliny C1

# HYPOTÉZA A FAKTA O PŘÍČINÁCH NETĚSNOSTI OD MPA



- Trhlina C1 penetrovala kompletně přes celou stěnu trubky 39 a to vedlo k prvotní netěsnosti, která vedla k několika sekundárním netěsnostem zapříčiněným proudem páry
- Jsou evidentní deformované zrna v okolí trhliny C1 – vysoké napětí vedlo k plastizaci.
- Tloušťka oxidů v trhlině je stejně velká jako tloušťka oxidů pokrývajících svarový spoj – předpokládá se, že doba iniciace trhliny byla ve stejné době jako provedení svaru
- Typ mikrotrhlin a dutin jsou typické pro žíhací trhliny, které mohli vzniknout v průběhu svařování.
- Většina dutin je vyplněna oxidy – dutiny jsou dříve vzniklé (pravděpodobně při svařování) a oxidy souvisí s vlivem prostředí – *předpokládá to korespondenci s povrchem a styk s médiem.*
- Tvrdosti jsou pod 350HV a hodnoty klesají od vnějšího povrchu k vnitřnímu – potvrzení správnosti svařování a předpoklad, že nehrozí SCC porušující mechanismus
- Charakter lomu je následující: Intergranulární dendritické ostrůvky umístěné v primárně transkrystalickém štěpném lomu. Dále jsou evidentní laterální trhlinky z hlavní magistrální trhliny. Důvodem porušení je špatné provedení svařování s pravděpodobně vysokým tepelným příkonem v průběhu svařování doměrku okýnka spolu s lokálním napětím.
- Na základě zjištěných skutečností lze říci, že se jedná o stress –relief cracking („žíhací trhliny“).
- Vznik netěsnosti primárně souvisí s procesem montáže a svařování tj. vysoké vnesené teplo – kumulace svařování a vlastní svařovací proces (vysoký tepelný příkon) a vnesení pnutí při sestavování.

# Porucha T24 2017



# PORUCHA MATERIÁLU TRUBKA 22

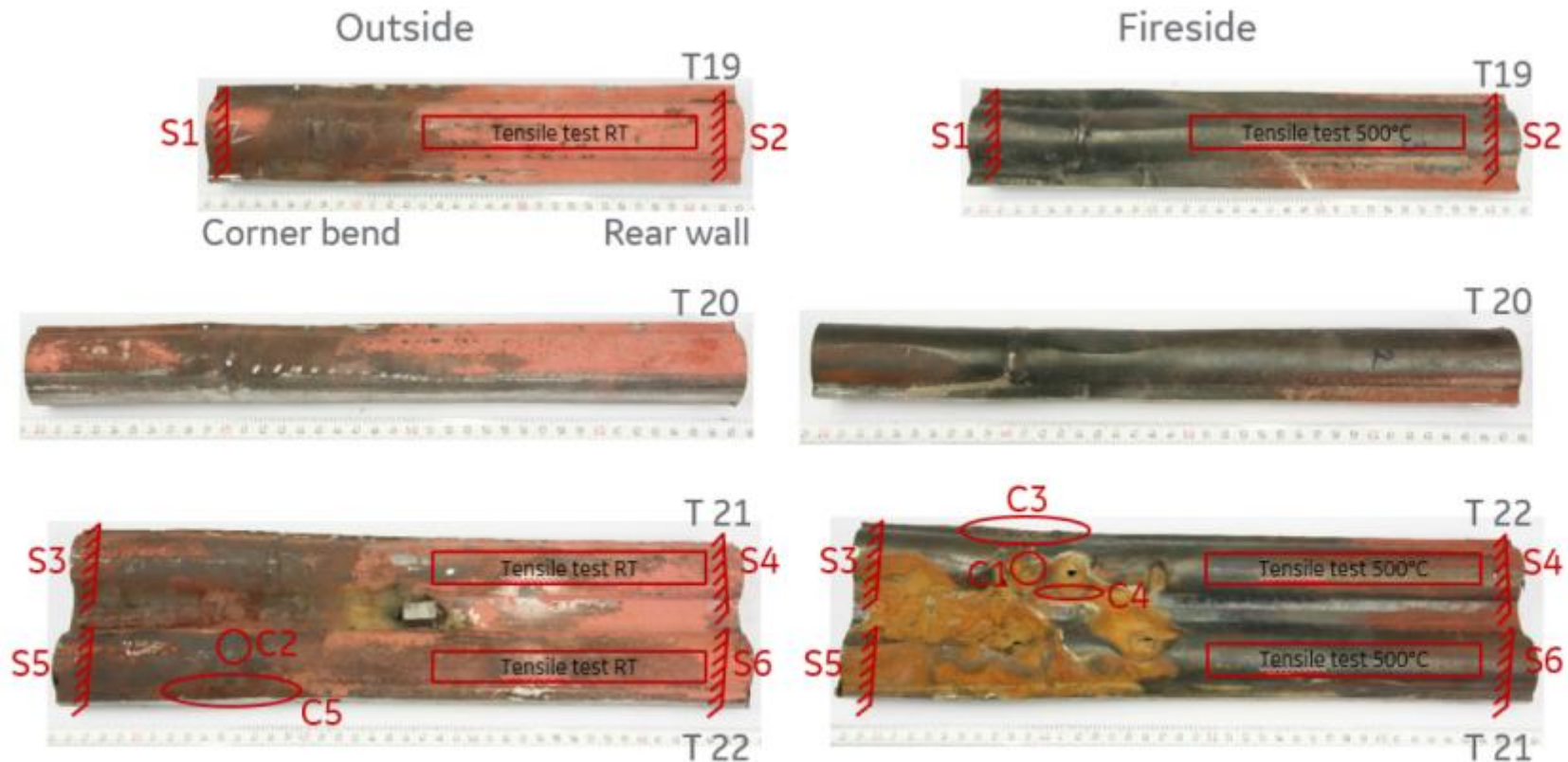
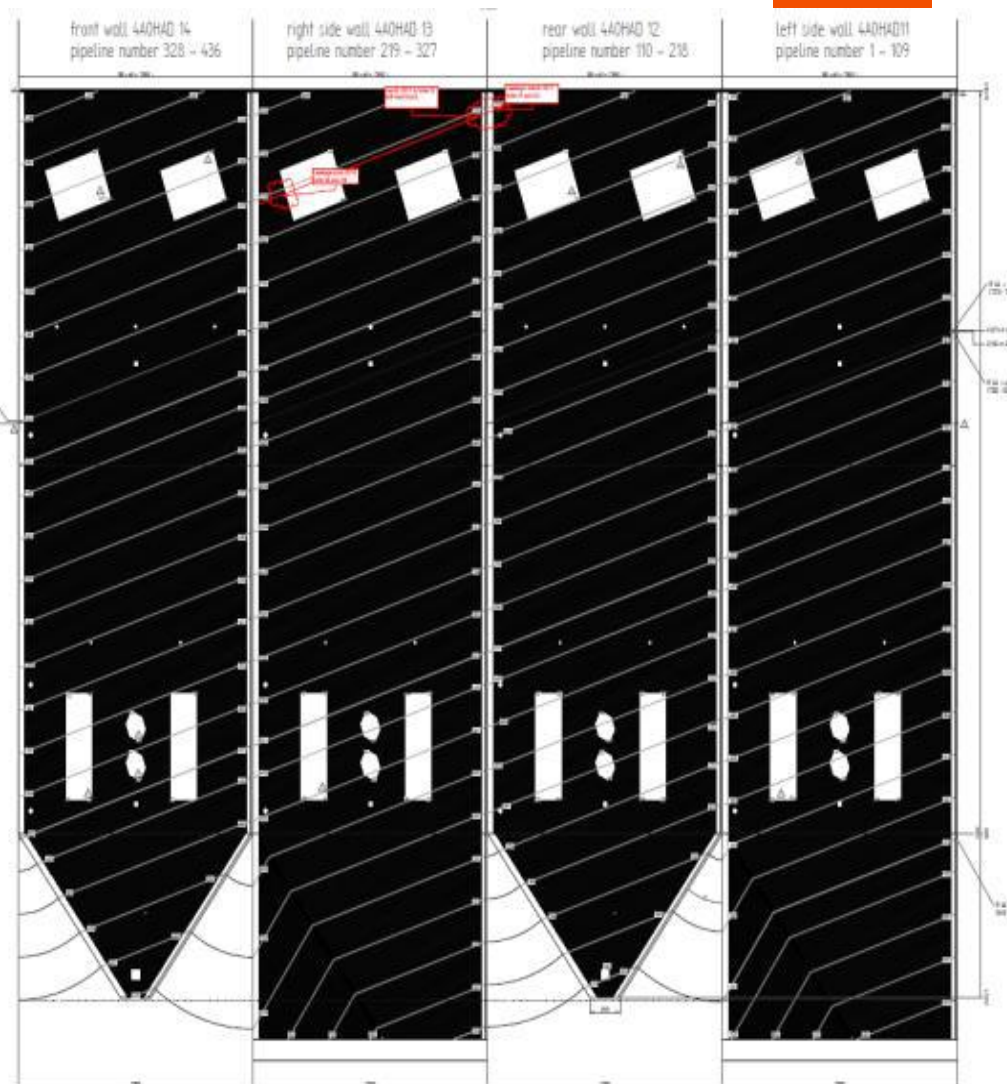


Figure 1: Sample material of corner bends to rear wall (tube 19, 20, 21, 22)

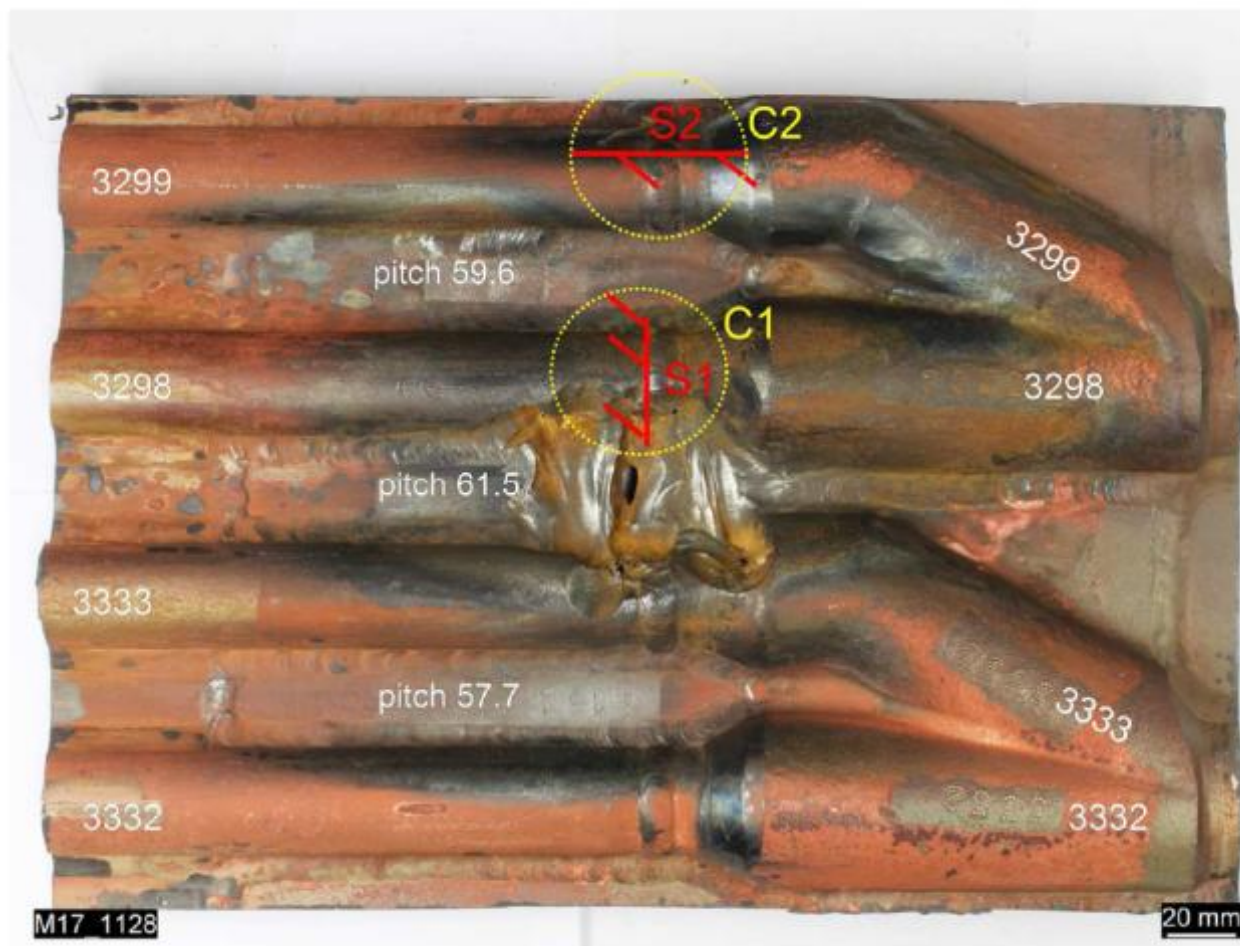
# PORUCHA T21 2017





- **Relaxační praskání (stress relaxation cracking):** Výskyt byl zjištěn při vyšetřování první netěsnosti v 06/2016 MPA Stuttgart. Projevem tohoto degradačního mechanismu je výskyt abnormální deformace struktury, následně výskyt dutin a trhlin resp. až výskyt netěsností. Tento mechanismus probíhá **při teplotách odpovídajících provozním stavům výparníku NZ ELE a dojde k němu v superpozici s nadměrným namáháním.** Tato skutečnost může korelovat s nadměrným namáháním vyvolaným v důsledku blokování trubky č. 197.
- **Přítomnost trhliny ve svaru praporku ohybu z dřívějšího provozu:** Trhlina byla zjištěna při svařování nového obvodového sváru doměrku na trubce č. 197. Při svařování se do obvodového svaru „rozjela“ trhlina z praporku ohybu, pravděpodobně již přítomná při provozu kotle.
- **Výskyt výrazné ovality v trubkách v místě výskytu netěsností,** Je pravděpodobně důsledkem **nadměrného namáhání v membránové stěně při provozních stavech.**
- **Citlivost na vznik trhliny při opravě:** Citlivost byla zjištěna ve sváru trubka-praporek u trubky 197, kdy **od obvodového svaru se opakovaně šířila trhlina při opravě netěsnosti** na hranici ztavení trubka svarový spoj. V trubce byla indikována přítomnost trhliny o hloubce cca do 2mm.
- Vysoké rozdíly teplot v sousedních trubkách resp. vysoké delta  $T$  při najíždění (

# NETĚSNOST SH1

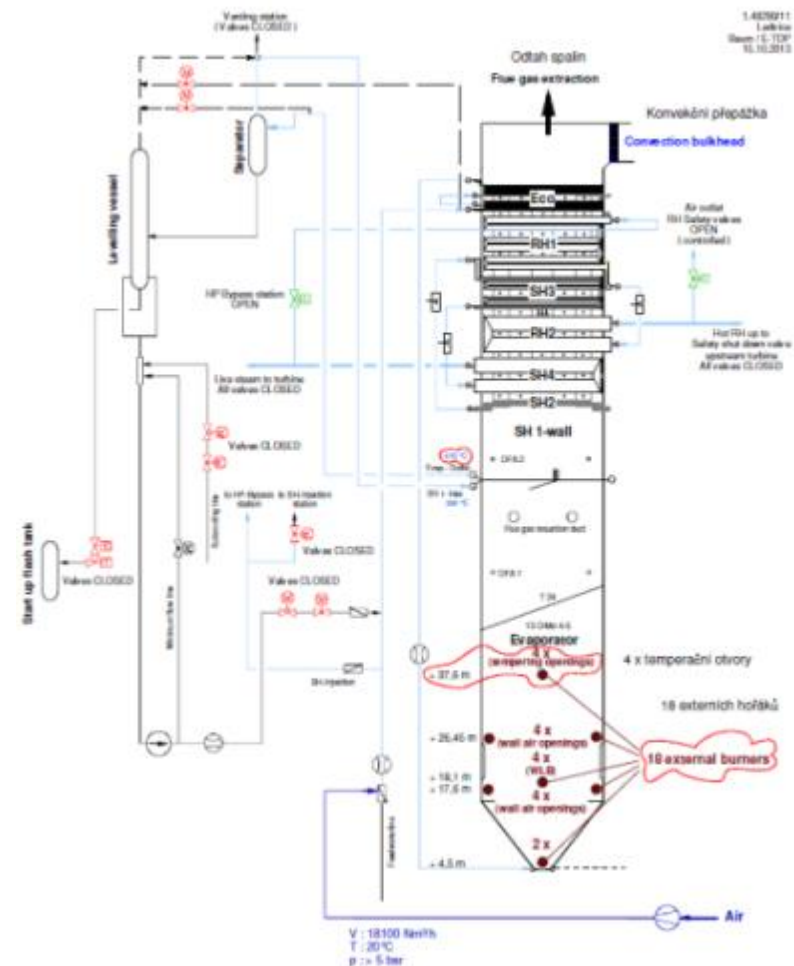




# TEMPERING KOTLE

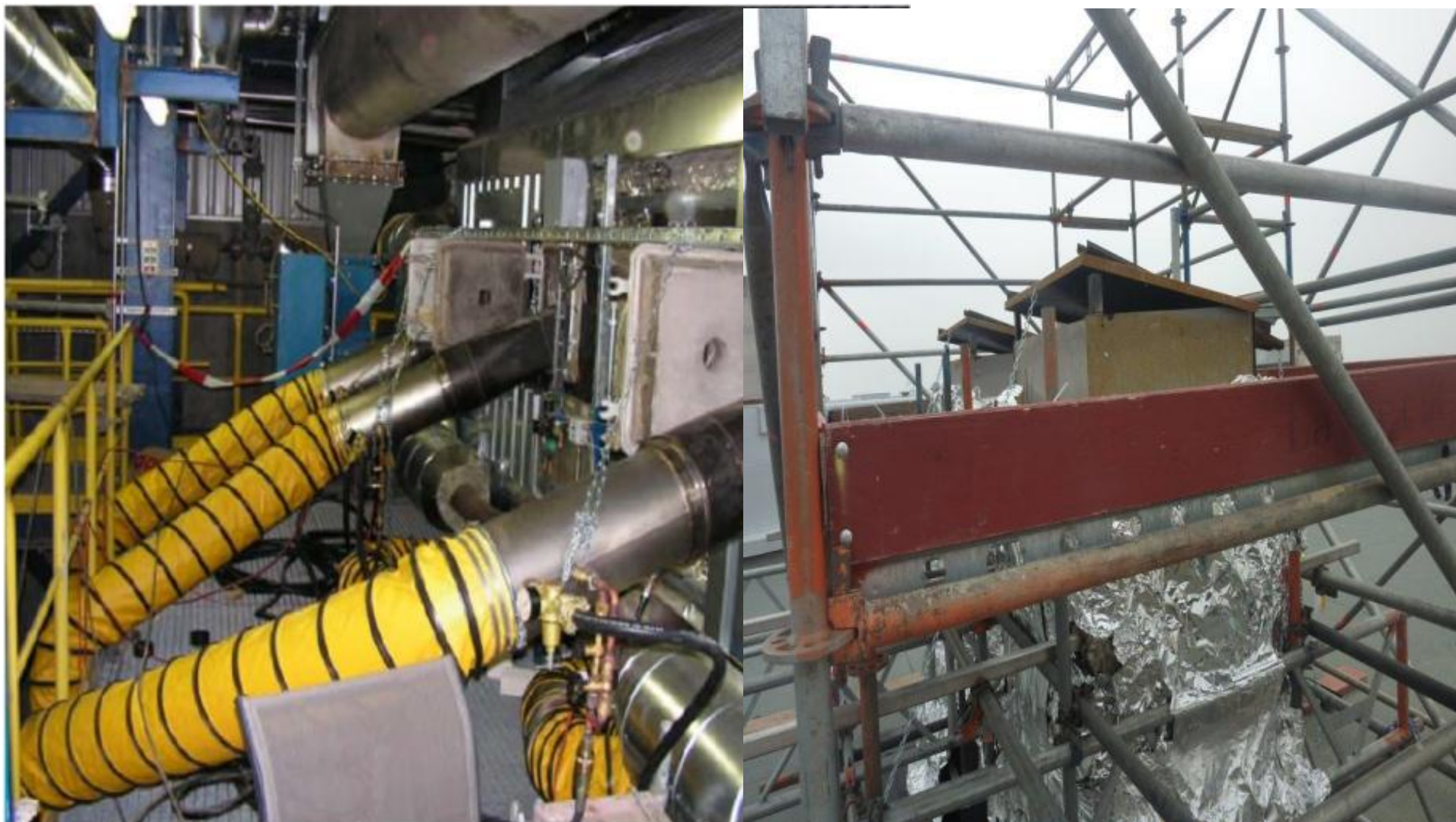


- Odstranění vnitřního prnutí
- Bez napájení vody pouze vzduchem
- Zabránění vodíkové napěťové korozi
- Využití externích olejových hořáků
- Cílem dosáhnout teploty 470 °C





# TEMPERING KOTLE



# BY-PASS PROVOZ



- Kvalita vody VGB 450
- Tvorba magnetitové vrstvy
- Nebezpečná oblast 150 – 250 °C
- Výdrž na teplotě 320 °C (EVA out)
- Vrstva vytvořena, když  $H_2 < 50$  ppb
- Po každém odstavení ECO naplnit dusíkem

Quality requirements feed water			
pH <sup>1)</sup>			9.5– 9.8
Acid conductivity at 25° C (downstream of a strongly acidic sample cation exchanger)	μS/cm		< 0.15
Oxygen <sup>2)</sup>	(O <sub>2</sub> )	μg/kg	< 10 <sup>3)</sup>
Silica	(SiO <sub>2</sub> )	μg/kg	< 20
Total iron	(Fe)	μg/kg	< 10
Total copper	(Cu)	μg/kg	< 3

Table 3: Target values circulating water quality

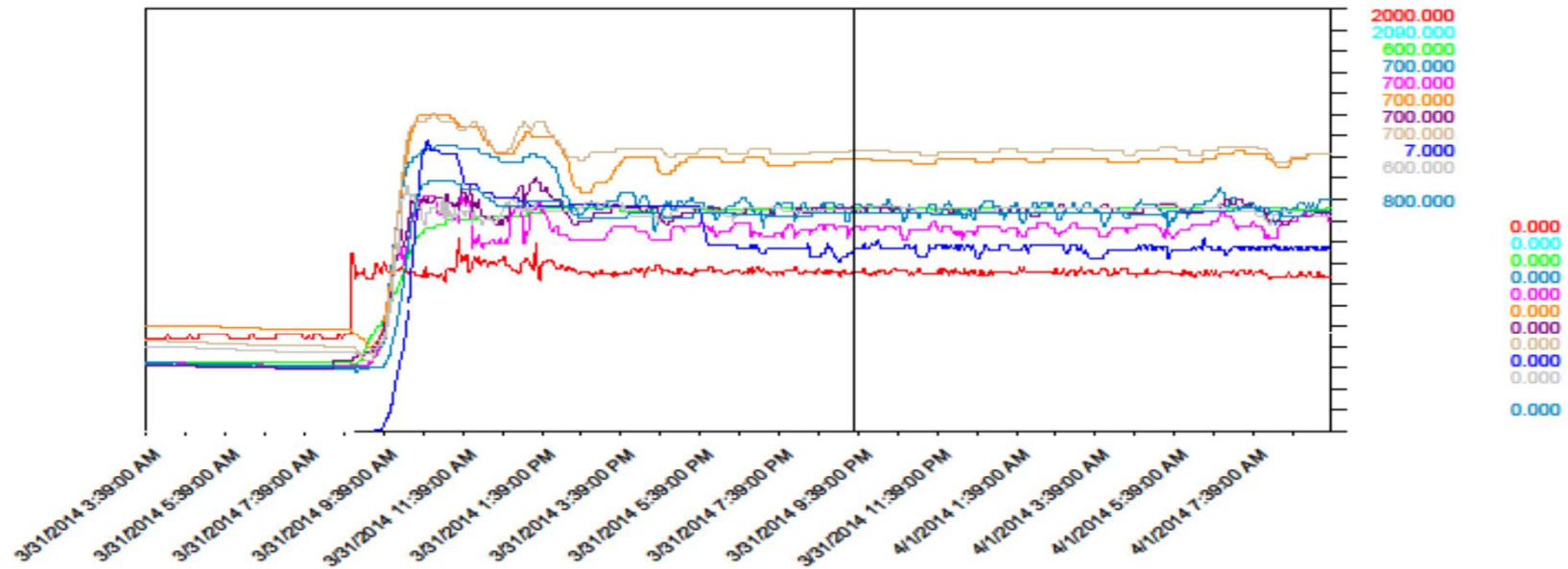
Quality requirements circulating water			
pH			8.8 – 10.0
Acid conductivity at 25° C (downstream of a strongly acidic sample cation exchanger)	μS/cm		< 0.30
Oxygen <sup>1)</sup>	(O <sub>2</sub> )	μg/kg	< 10 <sup>2)</sup>
Silica	(SiO <sub>2</sub> )	μg/kg	< 50
Total iron	(Fe)	μg/kg	< 20
Total copper	(Cu)	μg/kg	< 5

# BY-PASS PROVOZ



## Trend1 - Live 30 hours

3/31/2014 9:33:00 PM								
4A1HAC20FF901	XQ20.ELE	1@ELENZ	Prútok vody na výstupe z ohřív	772.195	t/h	Scale:	2000	0.000
4A1LAB07CF901	XQ01.ELE	2@ELENZ	Prútok nap.vody ve výtlačném p		t/h	Scale:	2090	0.000
4A1HAD30CT901	XQ03.ELE	1@ELENZ	T na výstupe z výpamřiku - MAX	317.926	*C	Scale:	600	0.000
4A1HAH24CT001	XQ01.ELE	1@ELENZ	Teplota páry za prehrivákem 2	376.95	*C	Scale:	700	0.000
4A1HAH21CT911	XQ01.ELE	1@ELENZ	T-PÁRA ZA PREHR 2 ZA VSTR 1.1	341.541	*C	Scale:	700	0.000
4A1HAH31CT901	XQ01.ELE	1@ELENZ	T-PÁRA ZA PREHR3 PRED VSTR	450.862	*C	Scale:	700	0.000
4A1HAH31CT911	XQ01.ELE	1@ELENZ	T-PÁRA ZA PREHR 3 ZA VSTR 2.1	370.326	*C	Scale:	700	0.000
4A1LBA01CT901	XQ01.ELE	1@ELENZ	T-PÁRA PREH KOTEL 2003	465.602	*C	Scale:	700	0.000
4A1LBF10CP901	XQ01.ELE	1@ELENZ	P páry za VTPS vřtev 1	3.038	MPa	Scale:	7.000	0.000
4A1LBF10CT901	XQ01.ELE	1@ELENZ	T páry za VTPS vřtev 1	315.820	*C	Scale:	600	0.000
				23.496				
4A1HAJ13CT901_XQ01.ELE_1@ELENZ_T-PÁRA PRIHR 1 PRED VSTR VET				414.990	*C	Scale:	800	0.000



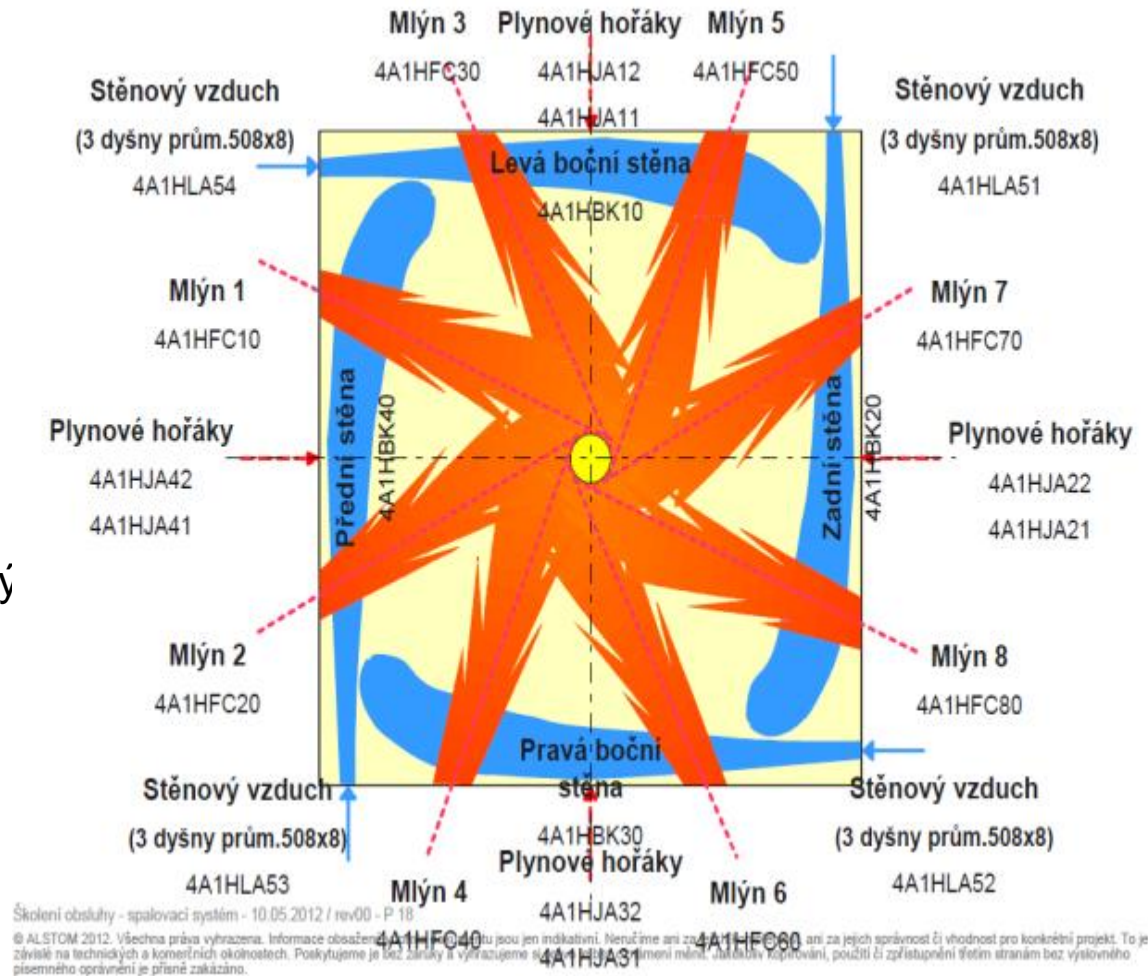
4/1/2014 9:38:13 AM

1/1

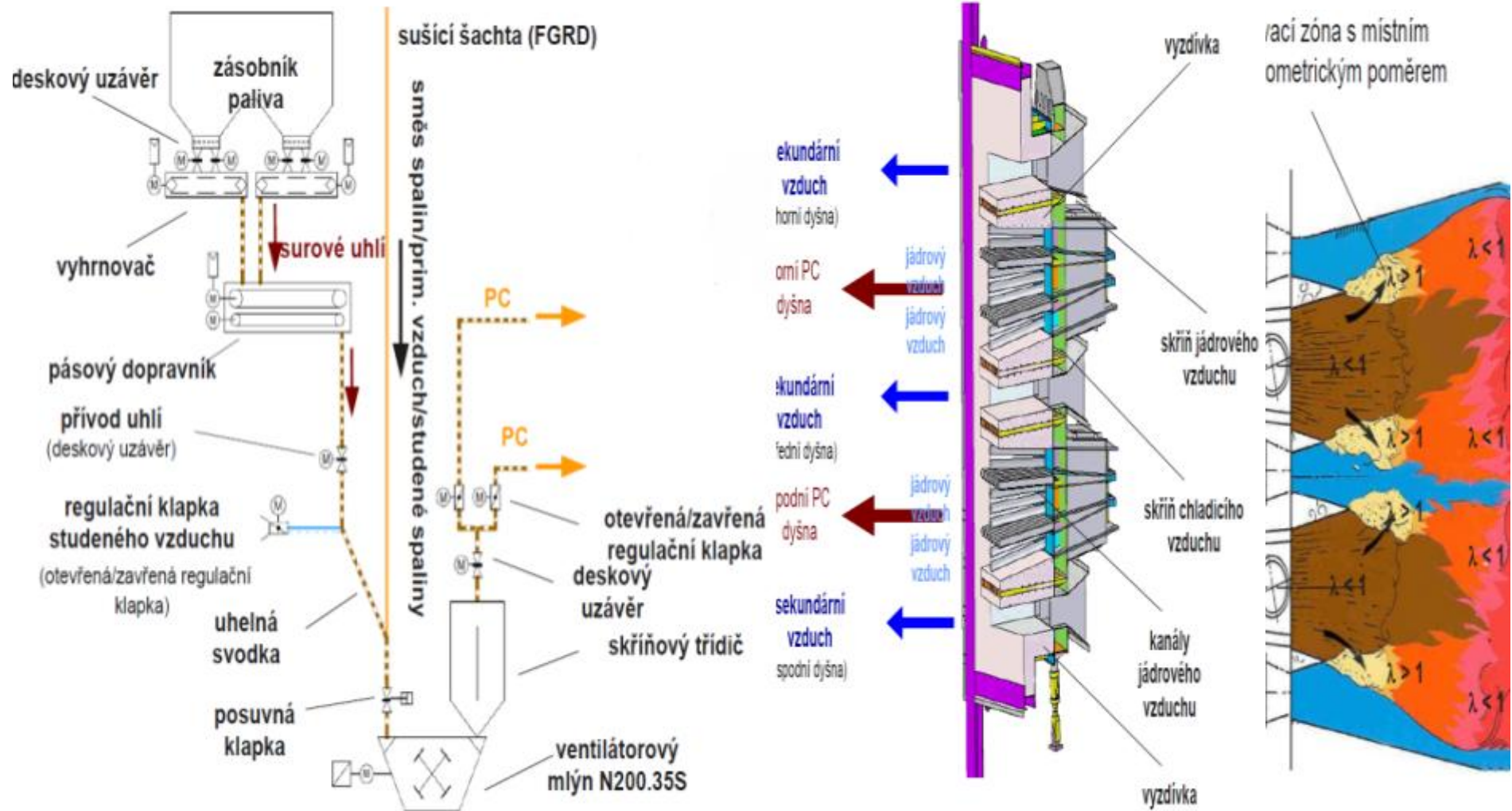
## 2 FÁZE SUŠENÍ VYZDÍVEK



- Vždy dva mlýny proti sobě (1/8, 2/7, 3/6, 4/5)
- Provoz mlýnů na 50%
- V provozu při sušení 6 h – 600 °C
- Do 200 °C sušení plynem výk. 24%
- Nad 200 °C rot. mlýna 100 ot/min, výk. Plynu 30%



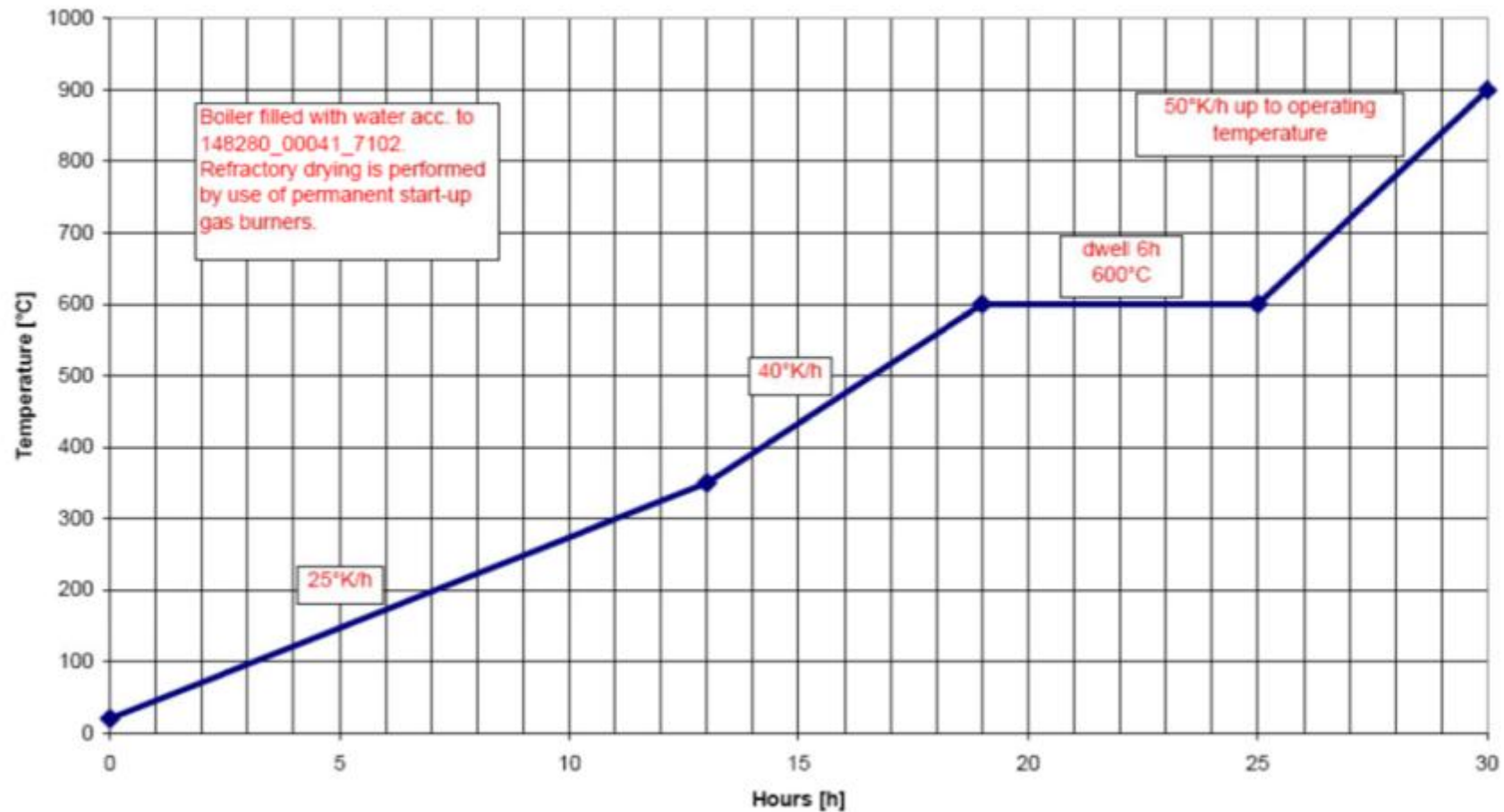
# 2 FÁZE SUŠENÍ VYZDÍVEK



## 2 FÁZE SUŠENÍ VYZDÍVEK



Ledvice 660MWe Refractory Drying of Flue Gas Resuction Ducts Phase 2





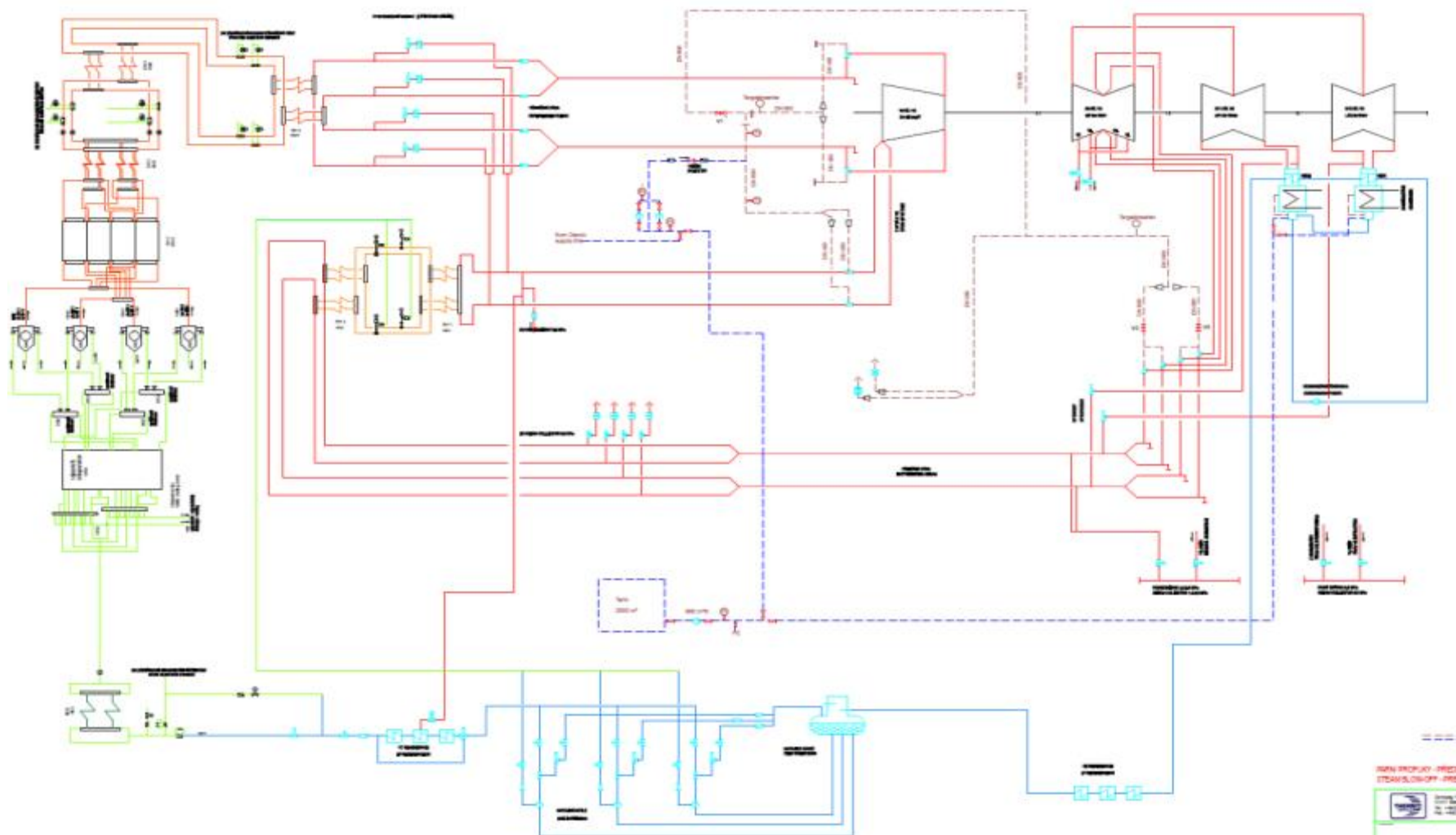
# PROFUK



- Ve dvou krocích HP a IP
- Výkon kotle HP 40 – 42%
- Výkon kotle IP 40 – 44%
- By-pass provoz 20%



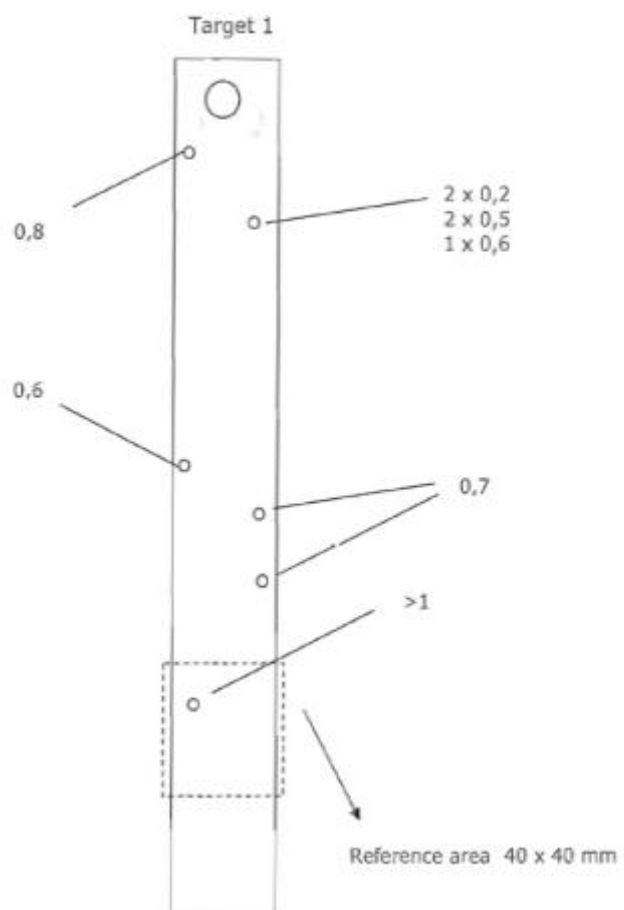
# PROFUK



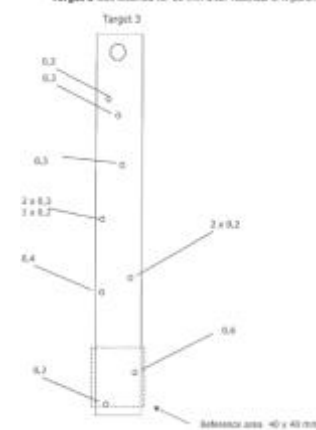
# PROFUK VT



**Target 1** was inserted for 10 min after reached CFR parameters.



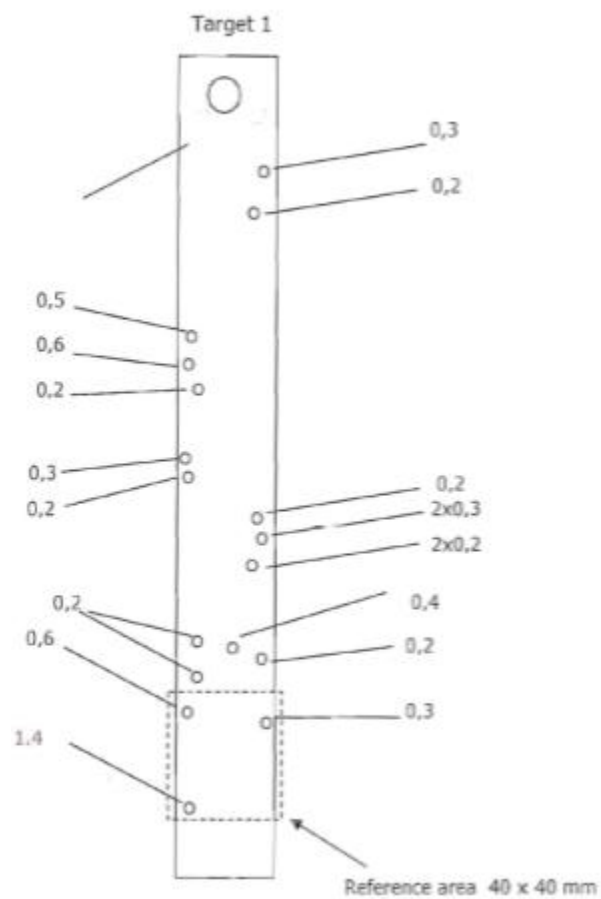
**Target 2** was inserted for 30 min after reached CFR parameters.



# PROFUK ST A VRATNÁ



**Target 1** was inserted for 10 min after reached CFR parameters.



**Target 4** was inserted for 10 min after reached CFR parameters.

