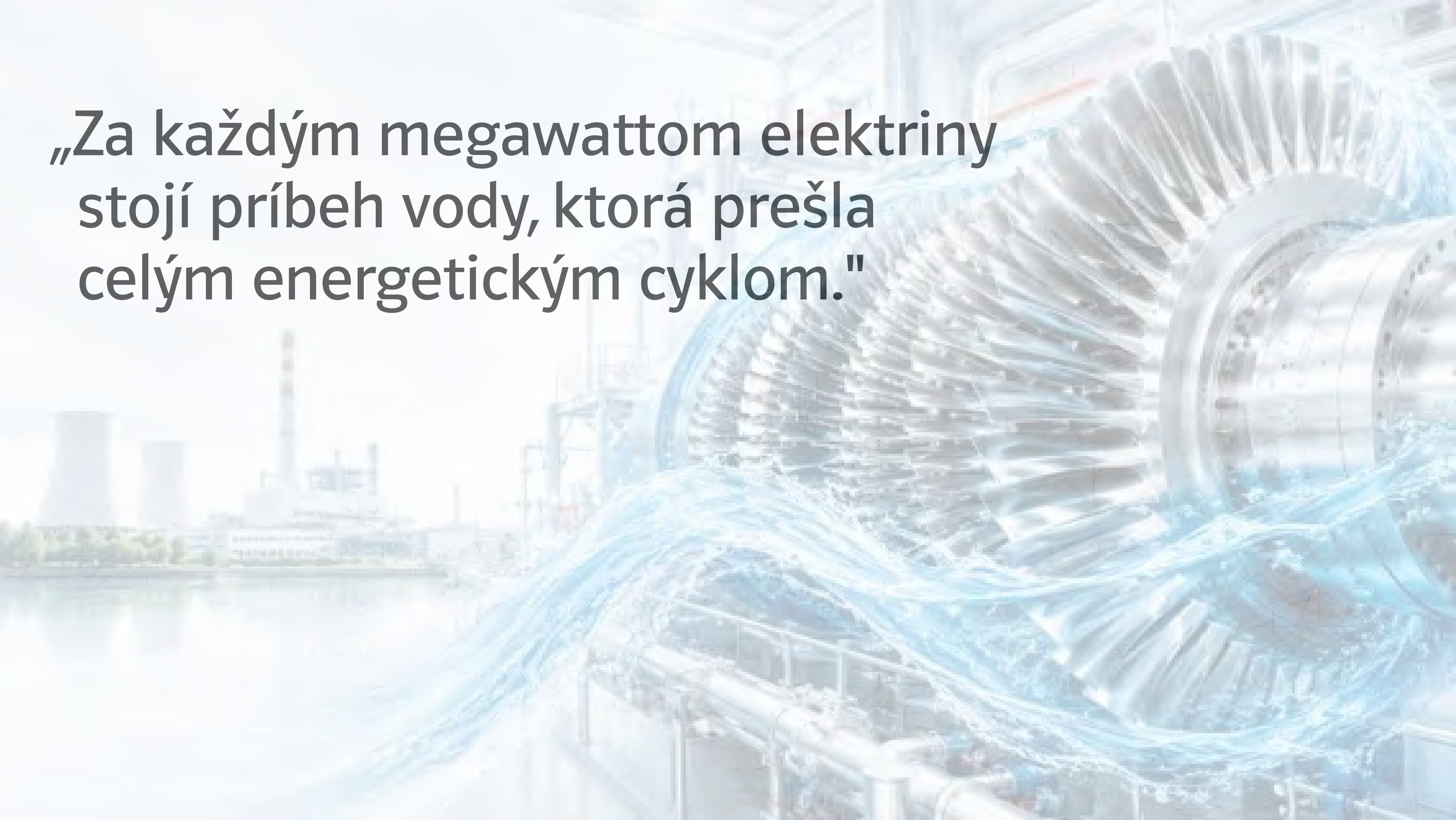


***Optimalizácia vodného
hospodárstva v
paroplynovom cykle :
prepojenie procesnej a
odpadnej vody***



*Ľubica Morávková
Chemical Engineer, Water and Environmental Management
Čištění průmyslových odpadních vod
23. - 24. září 2026, Prušánky*

„Za každým megawattom elektriny
stojí príbeh vody, ktorá prešla
celým energetickým cyklom.“



OBSAH

1. CCGT Malženice predstavenie
 2. Voda v CCGT Malženice
 3. Procesná voda systémovo
 4. Odpadová voda
 5. Zhrnutie
-

1. Predstavenie spoločnosti

CCGT Malženice najväčšia paroplynová elektrárňa na Slovensku

■ Lokalita :

- Trakovice (za obcou Malženice) ,
- výkon elektrárne je vyvedený do prenosovej sústavy SEPS cez elektrickú stanicu Križovany nad Dudváhom.

■ Hlavná činnosť:

- výroba elektriny a dodávka elektriny ,
- prevádzka v režime IPKZ .

2010

vznik spoločnosti

2018

súčasť skupiny ZSE

34

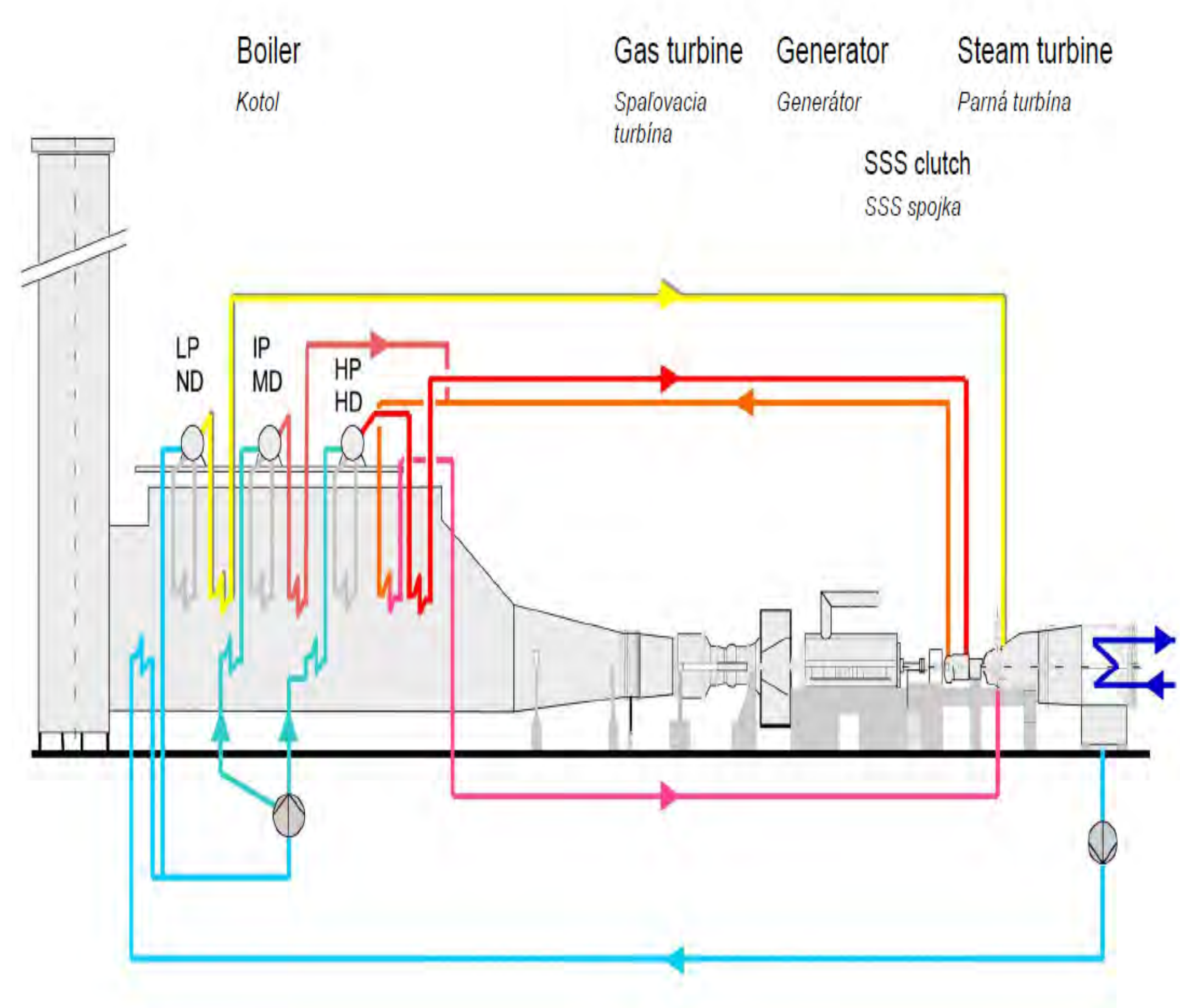
zamestnancov

2

klúčové médiá

zemný plyn + voda

1. Kombinovaný cyklus CCGT Malženice



Dizajn Elektrárne :

Čistá kapacita: 417 MW Inštalovaný výkon : 437 MW
GT výkon: 283 MW ST výkon: 154 MW
Čistá účinnosť: 58,5 %

	Povolenie1	Legislatíva	Prevádzka
NOx	50 mg/Nm3	75 mg/Nm3	17.2 – 22.1 mg/Nm3
CO	50 mg/Nm3	100 mg/Nm3	2.3 – 0 mg/Nm3
Hlučnosť	50/45 dB	50/45 dB	50/45 dB

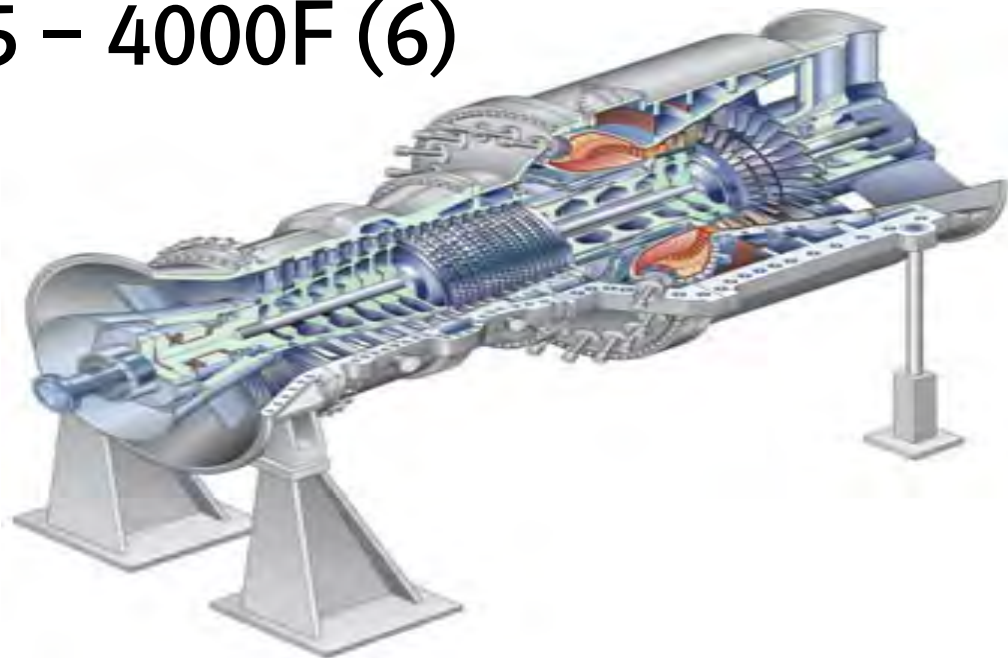
Flexibility of CCGT: 210 – 417 MW

Podporné služby pre stabilitu elektrizačnej sústavy:

- Regulácia napätia a dodávka jalového výkonu
- Primárna regulácia frekvencie (FCR)
- Sekundárna regulácia frekvencie a výkonu (aFRR)
- Terciárna regulácia výkonovej rovnováhy (mFRR)
- Schopnosť štartu z tmy (Black Start)
- Vysoká prevádzková flexibilita: 210 – 417 MW

1. Hlavné vybavenie CCPP Malzenice

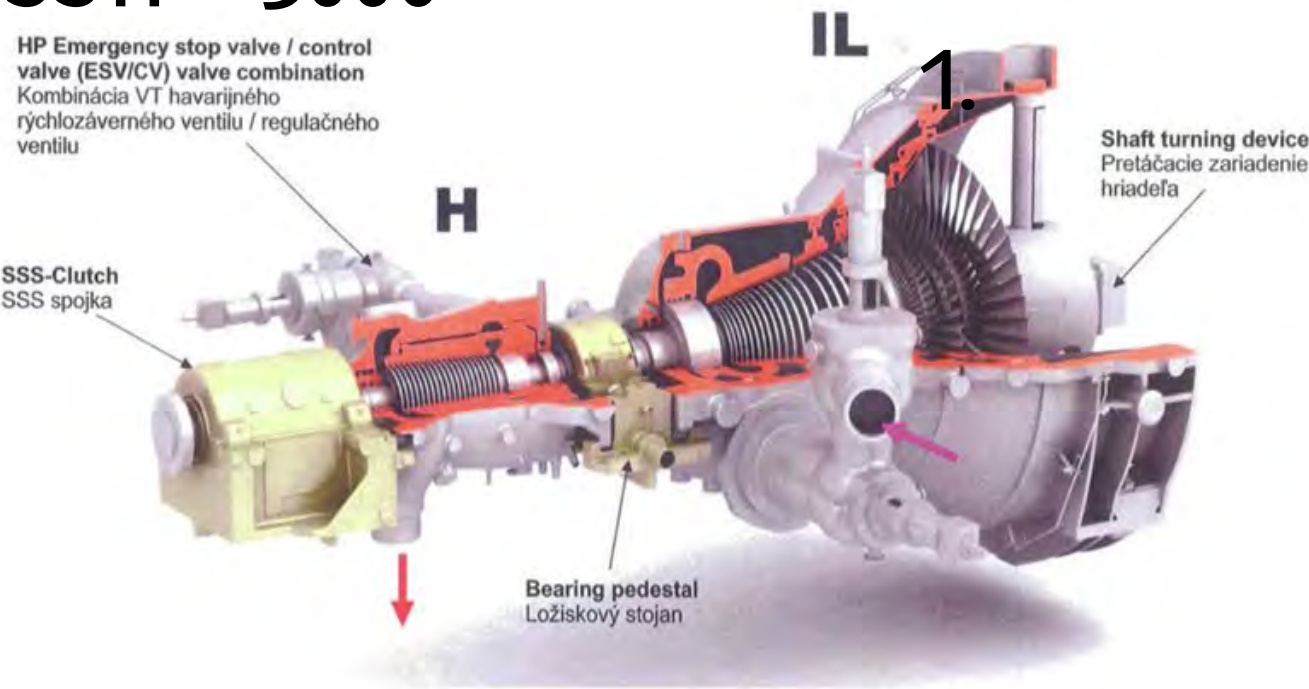
SGT5 – 4000F (6)



Design	283,5 MW
Mechanical limit	301 MW
Gross efficiency	39%
Compressor stages	15
Turbine stages	4
Com. pressure rates	17,8
Noise	95 dB

Prevádzkové údaje		
Rok 2024		Rok 2025
OH	5 580 h	4 012 h
Starts	270	253

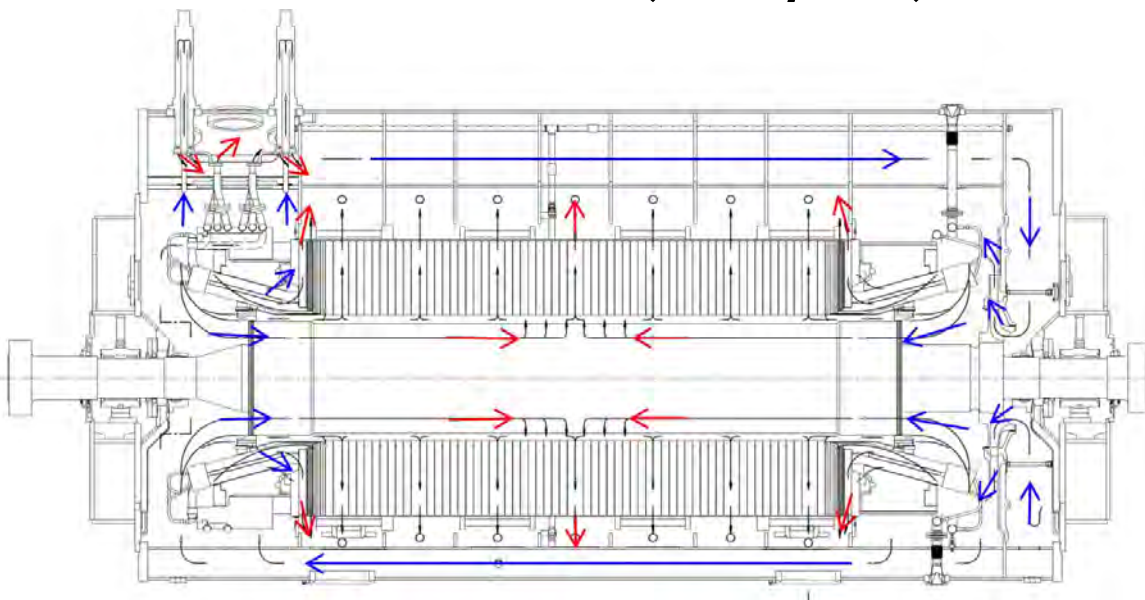
SSTP - 3000



Design	143.4 MW
Max. Capacity	153.9 MW
Steam temperature	554°C
Steam pressure	122.6 bar
Exhaust steam pressure	0.049 bar

OH	4 343 h	3 794 h
Starts	266	251
MWh	1 156 549	1 319 817
Celkovo dodanej		

SGen5 – 3000 W(108/53)



Design	522 MVA
Rated terminal voltage	21 kV
Frequency	50 Hz



2. Voda v CCPP Malženice

- zdrojom surová voda , ktorá je čerpaná z melioračného kanálu Dudváh vzdialeného asi 3,4 km , hodnoty neupravenej surovej vody :

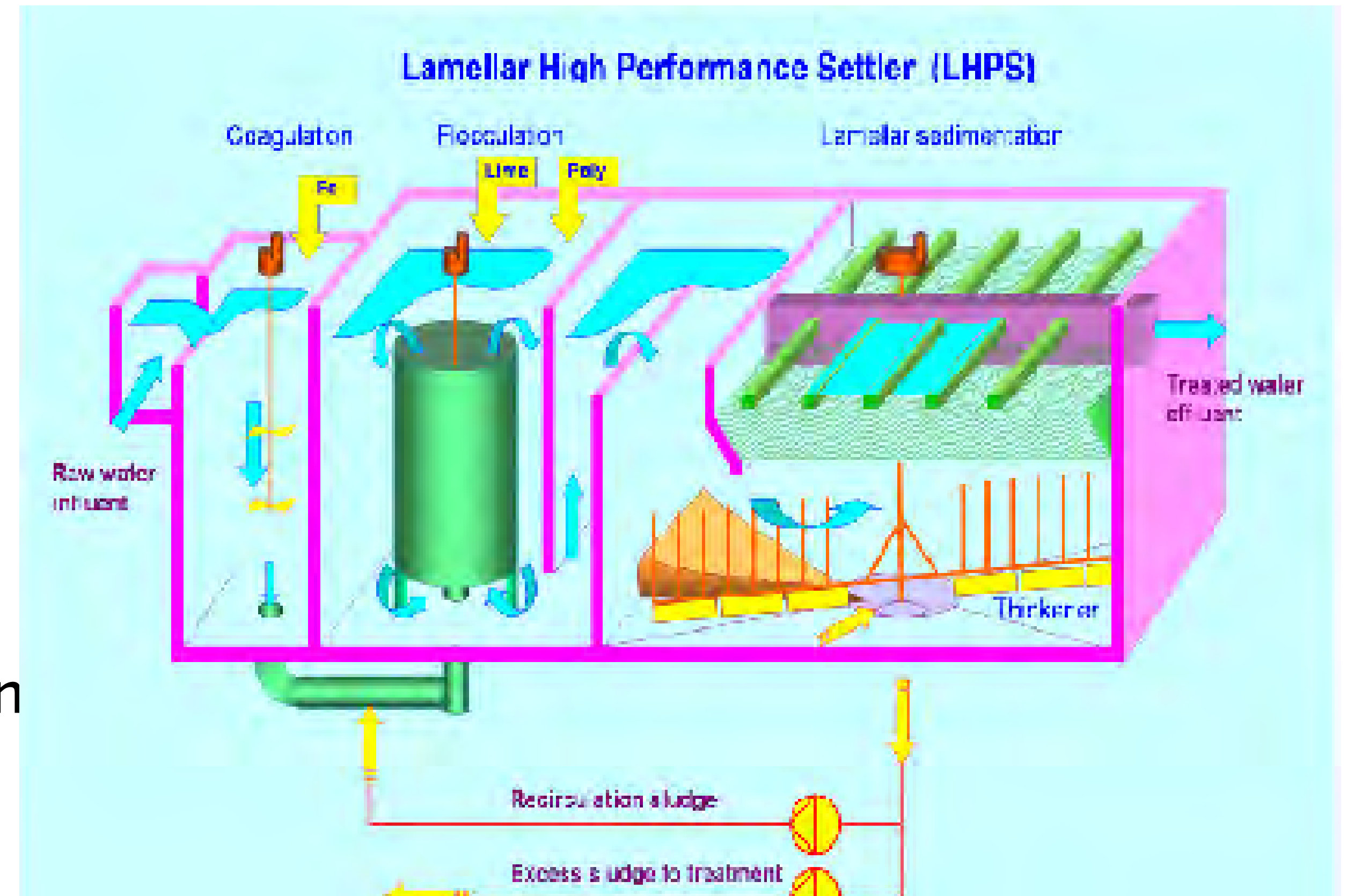


Parameter	Rozsah	Jednotka
Hodnota pH	7,0 – 8,5	
Teplota	1 – 21	°C
Celkové množstvo rozptýlených častíc	0 – 80	mg/kg
Vodivosť	800 priemerne 600	μS/cm
Zásaditosť	6,5 priemerne 4,5	mmol/l
Adsorbovateľné organicky viazané halogény (AOX)	0,01	mg/kg
Vápnik	50 – 120 priemerne 85	mg/kg
Horčík	10 – 50 priemerne 30	mg/kg
Draslík	4	mg/kg
Chloridy	30	mg/kg
Sulfáty	20 – 80 priemerne 50	mg/kg
Nitráty	30 priemerne 20	mg/kg
Fosfáty	0,5 priemerne 0,1	mg/kg
Kyselina kremičitá	8 priemerne 5	mg/kg
Celkové množstvo organického uhlíka	< 10	mg/kg
Amoniak	0,15	mg/kg

3. Procesná úprava vody

UGJ – Predúprava surovej vody :

- LHPS (Lamellar High Performance Settler) - lamelový vysoko-výkonný usadzovač – dve linky
 - výroba -min. 96 m³/ hod.
 - max . 240m³/hod.
 - princíp: Koagulácia, Flokulácia, Sedimentácia
- Surová voda vstupuje do dekarbonizačnej úpravnice, kde za pomoci reaktorov LHPS je upravovaná na potrebnú požiadavku servisnej vody.



3. Procesná úprava vody



3. Procesná úprava vody



URA – Chladiaci systém

- dve tretiny upravenej vody vstupujú do systému obehovej vody.
- systém obehovej vody je navrhnutý ako otvorený okruh. Straty sú spôsobené hlavne odparovaním a potrebným vyprázdňovaním chladiacej veže.

3. Procesná úprava vody

UGD – De mineralizačný systém

- jedna tretina dekarbonizovanej vody vstupuje na Demineralizačnú stanicu,
- vyrába sa voda pre Generátor pary / kotol (HRSG) , Požiarnu vodu a doplňovaciú vodu pre ďalšie podsystémy.

Hodnoty upravenej demi vody:

Vodivosť:	< 0,1 μ S/cm
SiO ₂	< 0,005 ppm
Na	< 0,002 ppm
DOC	< 0,2
Celkové množ. železa	< 0,005



4. Odpadová voda

Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách (vodný zákon)

- § 21 – povolenie na osobitné užívanie vôd
- § 36 – vypúšťanie odpadových vôd do povrchových vôd
- § 37 – požiadavky na sledovanie kvality a množstva vypúšťaných vôd

Zákon č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania (IPKZ)

- prevádzka je povinná dodržiavať podmienky integrovaného povolenia vrátane monitoringu odpadových vôd

Nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z. z.

- ustanovuje požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd
- obsahuje emisné štandardy a ukazovatele znečistenia vôd

Ukazovateľ	Jednotka	Limitné hodnoty mg/l ¹	Bilančné hodnoty	
			kg/deň	t/rok
pH	-	6,0 – 9,0		
CHSK _{Cr}	mg.l ⁻¹	40	124	45,26
NL	mg.l ⁻¹	40	124	45,26
RL ₅₅₀	mg.l ⁻¹	1000	3099	1131
NEL	mg.l ⁻¹	0,1	0,31	0,11
AOX	mg.l ⁻¹	0,3 ¹⁾	0,93	0,34
P _{Celk.}	mg.l ⁻¹	2,5	7,75	21,93
Aktívny chlór	mg.l ⁻¹	0,3 ¹⁾	0,93	0,34
N _{org}	mg.l ⁻¹	2,5	7,75	2,83
N _{celk.}	mg.l ⁻¹	9,0	27,89	10,18
TOX _{ind}	%	30 ^{1),3)}		

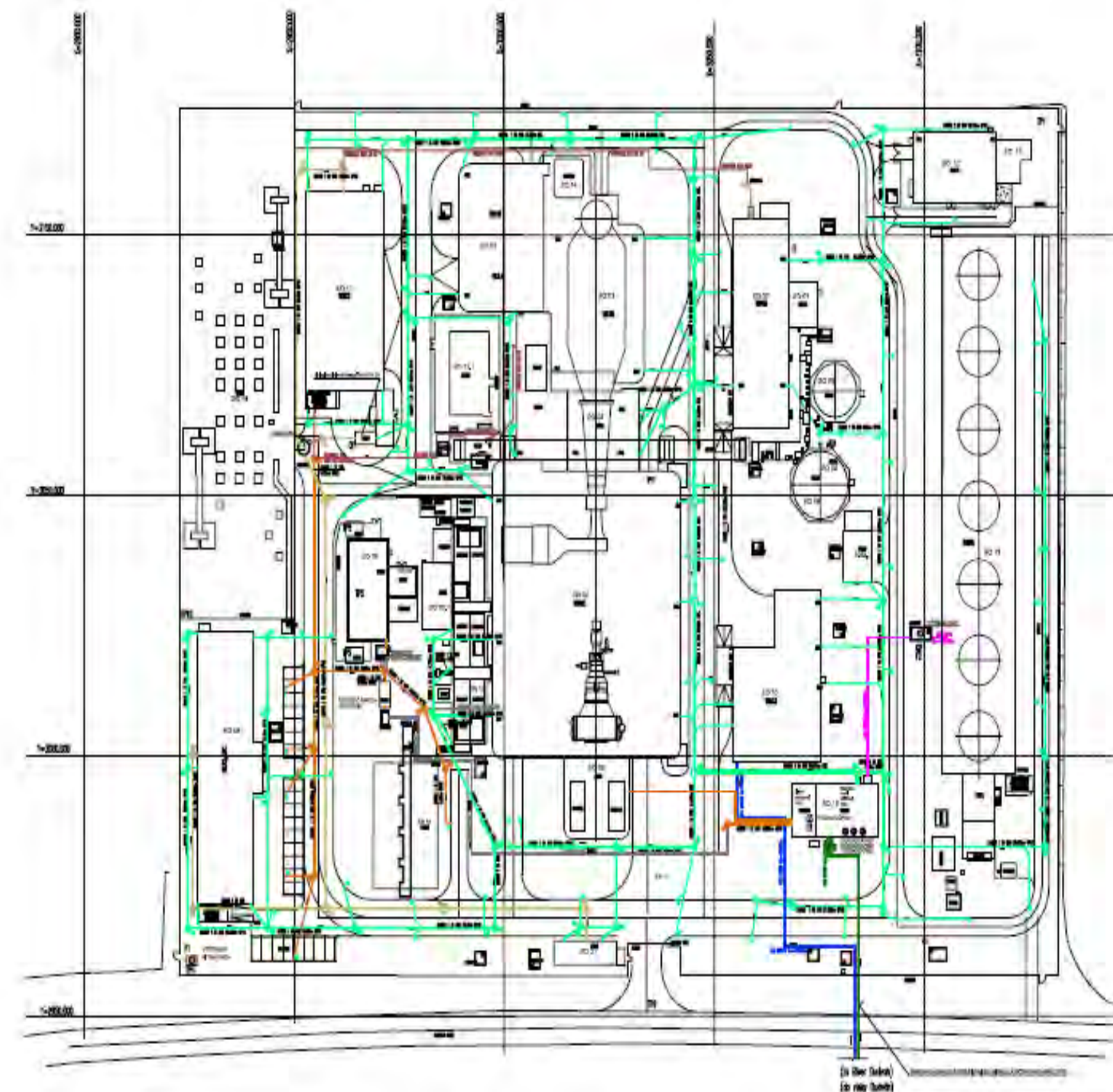
2.7. Metódy stanovenia jednotlivých ukazovateľov vypúšťaného znečistenia:

pH	Potenciometrické stanovenie – podľa technickej normy
CHSK _{Cr}	Odmerné stanovenie CHSK dichrómanom draselným – podľa technickej normy. Spektrofotometrické stanovenie CHSK dichrómanom draselným – podľa technickej normy. (Poznámka: stanovuje sa v homogenizovanej nefiltrovannej vzorke)
NEL	Spektrofotometrická metóda v UV a IČ oblasti spektra – podľa technickej normy. Poznámka: Nahradíť 1,1,2-trichlórt trifluoretán (c2Cl3F3) s polychlorotrifluoroetylenom (CF2-CFCl), komerčný názov S-316
RL ₅₅₀	Gravimetrické stanovenie vo filtrovanej vzorke (veľkosť pórov 0,85-1,0 µm, po žiňaní pri 550°C – podľa technickej normy)
NL	Gravimetrické stanovenie po filtrácii cez filtre zo sklenených vlákien s veľkosťou pórov 1,0 µm, sušenie pri 105°C – podľa technickej normy Gravimetrické stanovenie po filtrácii cez filtračnú membránu s veľkosťou pórov 0,85-1,0 µm, sušenie pri 105°C – podľa technickej normy
Cl ₂	Odmerná hodnota s N,N-dietyl-1,4-fenyléndiaminom – podľa technickej normy. Spektrofotometrická metóda s N,N-dietyl-1,4-fenyléndiaminom – podľa technickej normy.
N-NH ₄ ⁺	Spektrofotometrické stanovenie – indofelová metóda podľa technickej normy Odmerná metóda po destilácii – podľa technickej normy
P _{Celk.}	Spektrofotometrické stanovenie s molybdénanom amónnym po kyslík mineralizácii – podľa technickej normy (stanovuje sa v homogenizovanej nefiltrovannej vzorke)
AOX	Stanovenie organických halogénových zlúčenín ako chloridy mikrocoulometricky po adsorpcii na aktívnom uhlí a spálení v prúde kyslíka – podľa technickej normy.
BSK ₅	Stanovenie kyslíka pred a po 5-dňovej inkubácii v tme pri 20°C s prídavkom alytiomočoviny (ATM) na inhibíciu nitrifikácie – podľa technickej normy. Stanovuje sa v homogenizovanej nefiltrovannej vzorke
TOX _{ind}	Stanovenie účinku - podľa technickej normy

4. Odpadová voda

Typy odpadových vôd a systém monitoringu:

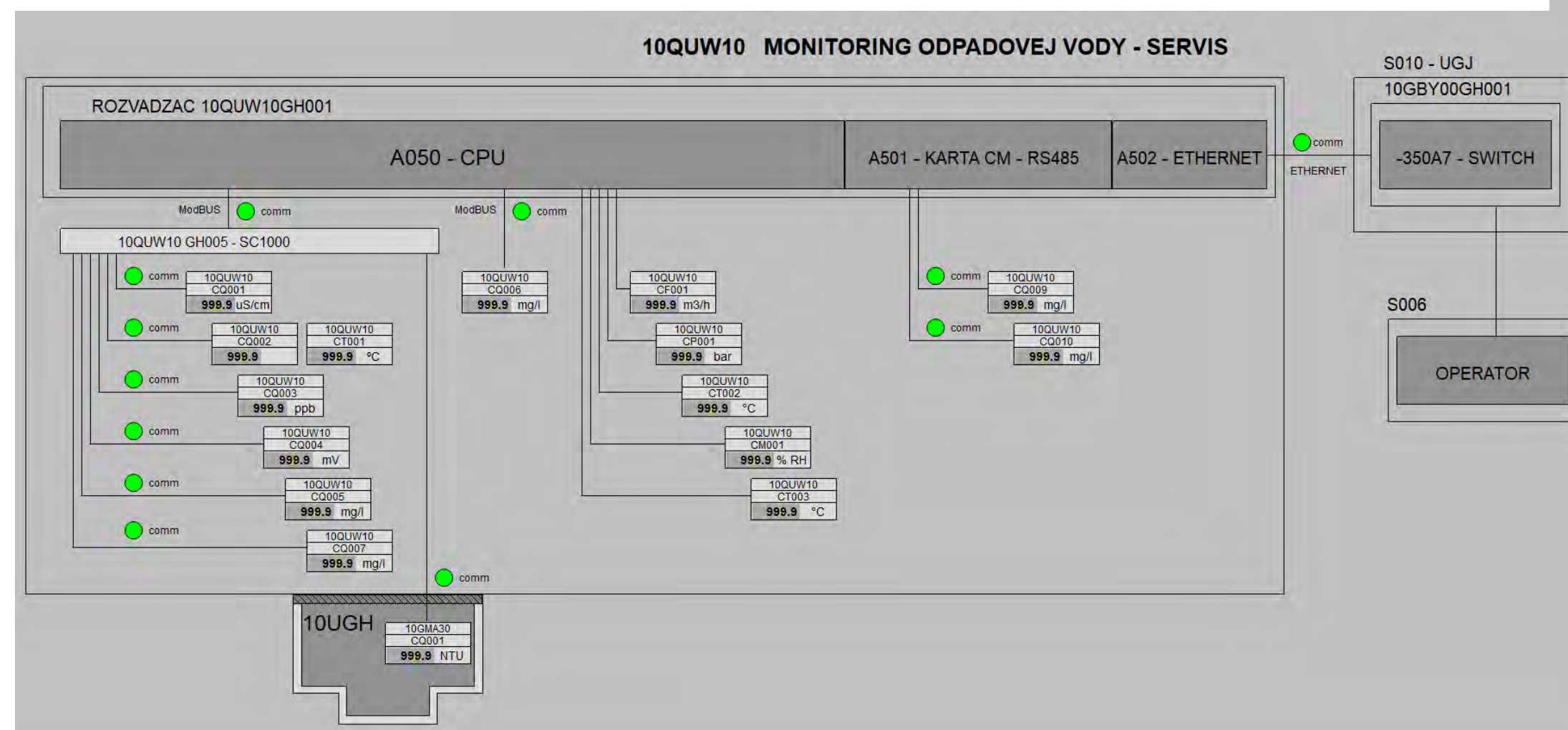
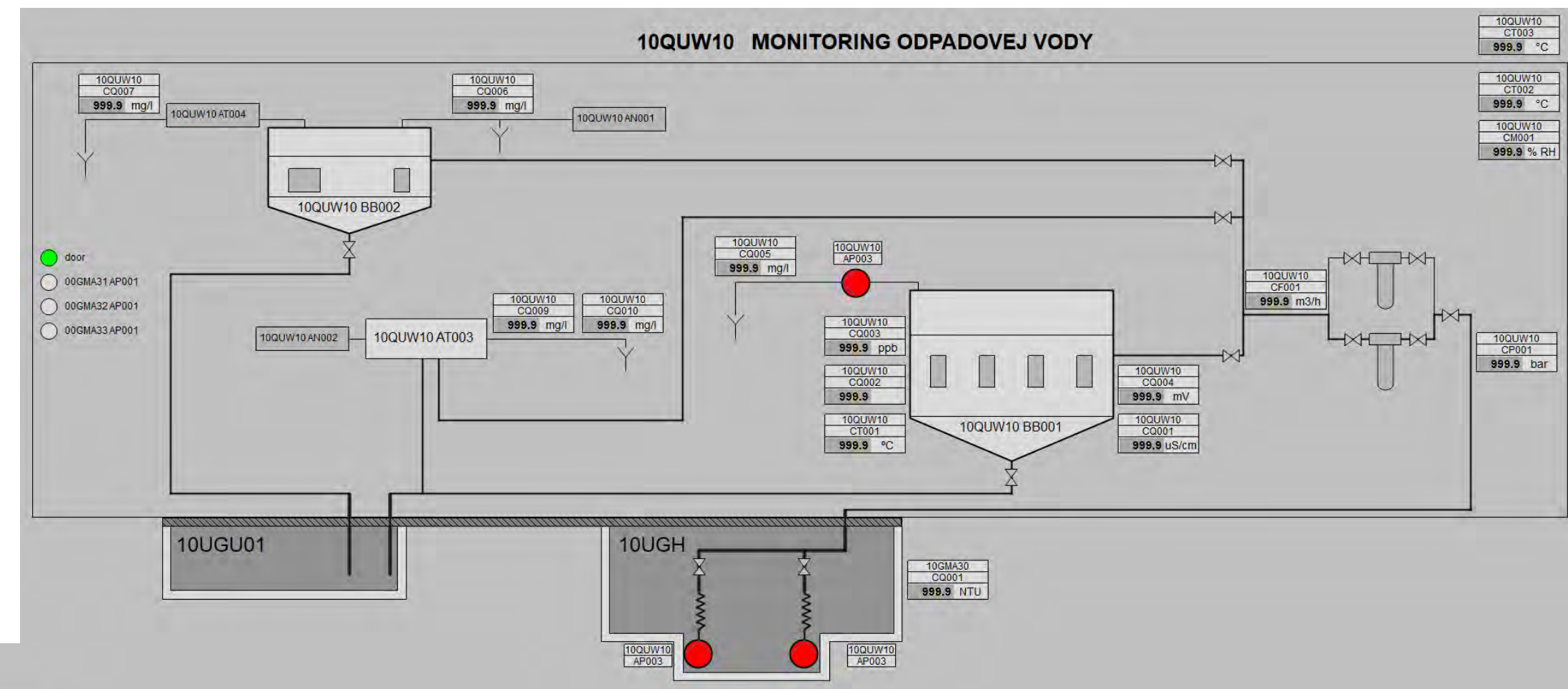
- Splaškové odpadové vody sú odvádzané na Čistiareň odpadových vôd (ČOV),
- Zaolejované vody z technologických a manipulačných plôch sú čistené v odlučovači ropných látok (ORL),
- Drenážne vody, chladiace vody a dažďové vody sú zhromažďované v zbernej jímke (UGH) odpadových vôd, z ktorej sú následne monitorovane vypúšťané,
- Chemické odpadové vody vznikajúce pri prevádzke úpravne vody sú zhromažďované v neutralizačnej nádrži, kde sa upravuje ich pH na požadovanú hodnotu,
- Po zneutralizovaní sú chemické odpadové vody vedené do systému chladiacich veží, kde dochádza k ich zriedeniu s chladiacou vodou, a následne sú odvádzané do zbernej jímky (UGH) odpadových vôd.



4. Odpadová voda

Online monitoring odpadových vôd na všetkých úrovniach odpadových vôd (2025) :

- Kontinuálne sledovanie parametrov podľa IPKZ,
- Ochrana recipientu a systému vypúšťania,
- Včasná detekcia únikov a porúch,
- Ochrana čerpadiel pri prekročení limitov,
- Dáta v reálnom čase,
- Lepšia kontrola vodného hospodárstva,
- Zvýšenie environmentálnej bezpečnosti prevádzky.



4. Odpadová voda



6. Zhrnutie

- Kvalita procesnej vody priamo ovplyvňuje spoľahlivosť vodno-parného cyklu a životnosť technologických zariadení.
- Procesná a odpadová voda tvoria jeden vzájomne prepojený systém.
- Správne nastavený chemický režim prispieva k stabilnej prevádzke elektrárne a minimalizácii tvorby odpadových vôd.
- Monitoring odpadových vôd zabezpečuje plnenie legislatívnych požiadaviek , ochranu recipientu a lepšiu kontrolu nad systémami.

„Keď sa o vode v elektrárni nehovorí, znamená to,
že robíme svoju prácu dobre.“



Ďakujem za pozornosť!

