Ενεργειακή αξιοποίηση απορριμμάτων σε καυστήρες

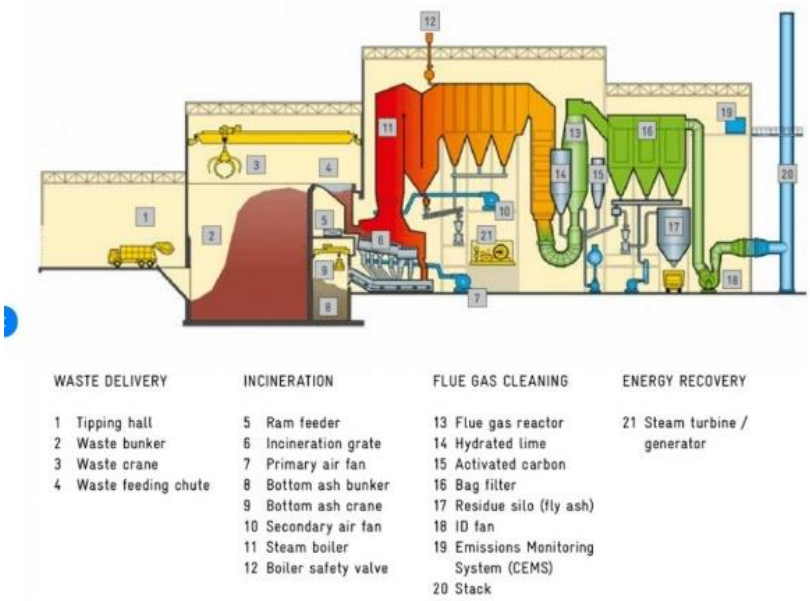
Χαράλαμπος-Γεώργιος Λίτινας

Λέξεις κλειδιά: Καύση, Ενεργειακή Αξιοποίηση, ΣΗΘ, Προβλήματα Λειτουργίας

Στοιχεία επικοινωνίας email: hlitinas@outlook.com

Με βάση τους φιλόδοξους στόχους του νέου ΕΣΔΑ και την χωροθέτηση μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης που προτείνει, την εισαγωγή του φόρου ταφής των απορριμμάτων καθιστώντας την ταφή περισσότερο ακριβή, την ενεργειακή κρίση και τους στόχους απολιγνιτοποίησης η καύση φαντάζει βιώσιμη λύση σήμερα όσο ποτέ. Η εργασία αυτή εξηγεί βασικά σημεία λειτουργίας μονάδων καύσης.

Εργοστάσιο καύσης, ετήσιας δυναμικότητας 400.000 τόνων με 2 γραμμές παραγωγής επεξεργασίας 25 τόνων/ώρα με μέσο επενδυτικό κόστος 120.000.000[1] λειτουργεί ετήσια περίπου 7.800 ώρες (90% διαθεσιμότητα), με περίοδο προληπτικής συντήρησης (outage) συνήθως δύο φορές το χρόνο, διάρκειας περίπου 2 εβδομάδων ανά γραμμή παραγωγής. Το κόστος λειτουργίας του ΦΟΔΣΑ συμπεριλαμβανομένων του κόστους απορρύπανσης απαερίων, λειτουργίας και συντήρησης, διάθεσης κλπ., διαμορφώνεται ανάλογα με την δυναμικότητα της μονάδας, λόγω οικονομιών κλίμακας πχ δυναμικότητα 100.000 τόνοι σε μέσο κόστος λειτουργίας τα 65 ανά τόνο, ή 200.000 τόνοι στα 45 ανά τόνο. Ο λειτουργός μπορεί να χρεώνει τον δήμο το τέλος εισόδου (gate fee) με βάση το κόστος λειτουργίας του. Επιπλέον ο λειτουργός μπορεί να χρεώνει τόσο για τον ηλεκτρισμό που τροφοδοτεί στο δίκτυο καθώς και τον ατμό αν είναι εγκατάσταση Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού Θέρμανσης (ΣΗΘ), περίπου 34,7 $MWth_{el}$ καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας που διαθέτει στο δίκτυο και θερμικής ενέργειας 51,2MWth (65 t/hr, MP 16bar, 236 C) που μπορεί να διαθέτει σε εγκαταστάσεις ή σε δίκτυα θέρμανσης. Ο λειτουργός μπορεί επιπλέον δευτερευόντως να έχει κέρδος και από τα μέταλλα της στάχτης που ανακτά με τον κατάλληλο εξοπλισμό συμπεριλαμβανομένων μαγνητών για μέταλλα και δονητικών τραπεζών για τα ογκώδη. Η Εικόνα 1 δίνει μια περιγραφή του τρόπου λειτουργίας μιας τυπικής μονάδας καύσης και των κύριων σταδίων της.



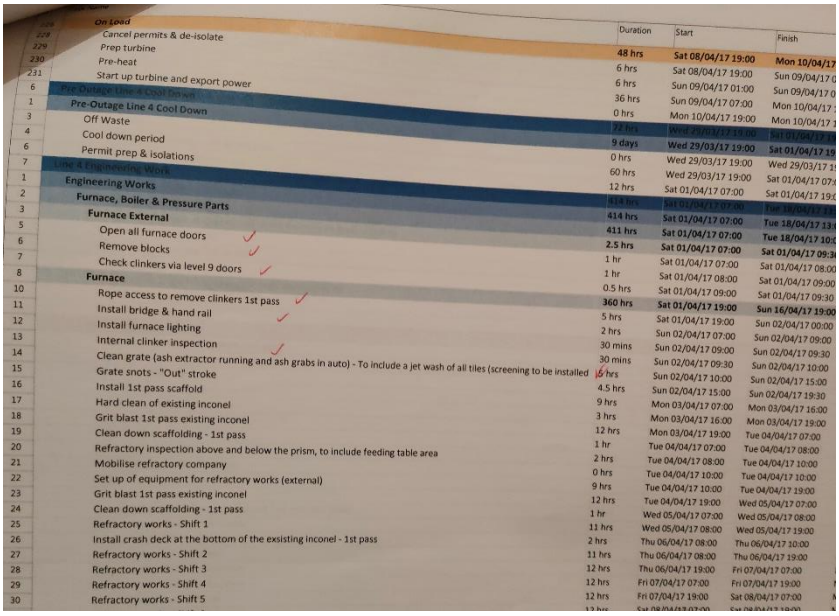
Εικόνα 1 *Επισκόπηση των λειτουργιών της μονάδας που επισημαίνει τις εισροές και τις εκροές της διεργασίας αποτέφρωσης. Η όλη διεργασία ξεκινά από τον χώρο απόρριψης απορριμμάτων (Tipping Hall) όπου τα απόβλητα απορρίπτονται και τροφοδοτούνται με γερανούς στον καυστήρα τύπου κινούμενων εσχαρών. Παράγεται καυσαέριο που θερμαίνει το νερό που ρέει στους εναλλάκτες του λέβητα. Όταν ο κορεσμένος ατμός αποκτήσει στις υπέρθερμες ιδιότητές του στο τμήμα του Υπερθερμαντήρα (Superheater), οδηγείται στην Τουρμπίνα όπου εκτονώνεται και μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται και εξάγεται στο δίκτυο καθώς και σε θερμότητα που εξάγεται από την Τουρμπίνα για να χρησιμοποιηθεί μέσω σωληνώσεων σε δίκτυα τηλεθέρμανσης και σε κοντινές εγκαταστάσεις. Μέρος της υπόλοιπης θερμότητας απορροφάται στον λέβητα από τον εξοικονομητή (Economiser). Ο εξοικονομητής ψύχει τα καυσαέρια με τρόπο ώστε να φτάσουν στην κατάλληλη θερμοκρασία για να εισέλθουν στην μονάδα ελέγχου*

[1] Οι τιμές είναι σε βρετανικές λίρες με έτος αναφοράς το 2013

καθαρισμού καυσαερίων FGT. Στο τμήμα FGT το καυσαέριο με τη χρήση χημικών (ενεργού άνθρακά και ασβέστη) σε πλυντρίδες (venturi scrubbers) και σακοφίλτων (bag filters) εξέρχεται από την καμινάδα.

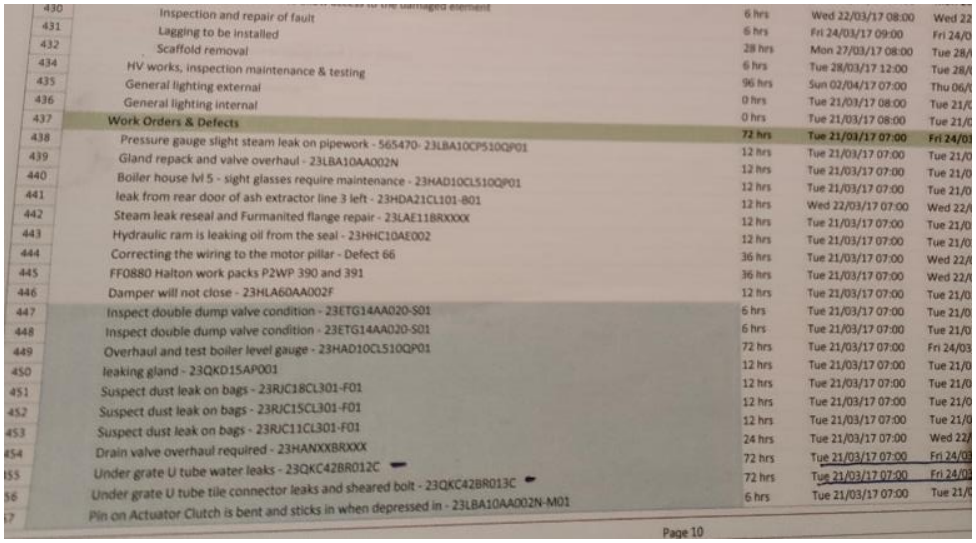
Στα πλαίσια της προληπτικής συντήρησης και του ετήσιου πλάνου συντήρησης υπάρχουν απαιτήσεις για περιοδικό έλεγχο του ατμολέβητα, υδραυλική δοκιμή, έλεγχο σε ασφαλιστικά, βαλβίδες εκτόνωσης, κλπ. Επιπλέον, η ετήσια συντήρηση θα πρέπει να περιλαμβάνει διακριβώσεις μετρητικού εξοπλισμού πχ θερμόμετρα, μανόμετρα, ροοόμετρα, ζυγούς, πλάστιγγα κλπ. αλλά και ελέγχους με πρότυπα βάρη μετρητικού εξοπλισμού πχ δυναμοκυψέλες γερανών. Επιπλέον θα πρέπει να εκτελούνται περιοδικοί έλεγχοι πχ μη καταστροφικοί έλεγχοι σε εναλλάκτες για διαπίστωση της φθοράς με βάση το πάχος των εναλλακτών, να εκτελείται αντικατάσταση φθαρμένων πυρίμαχων υλικών, καθαρισμός του λέβητα, τανύσεις ταινιοδιαδρόμων, λιπάνσεις κινούμενων μερών, αλλαγές φίλτρων, αλλά και περιοδικοί έλεγχοι βοηθητικού εξοπλισμού πχ ανυψωτικών από φορείς.

Μια επισκόπηση των δραστηριοτήτων συντήρησης του λέβητα επισημαίνεται στην Εικόνα 2. Το πρόγραμμα συντήρησης καλύπτει και τις εντολές εργασίας οι οποίες αφορούν βλάβες ή όποιες αλλαγές προκύπτουν και οι οποίες μπορούν να διεξαχθούν κατάλληλα με την διακοπή λειτουργίας της μονάδας. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η λειτουργία του εργοστασίου με την υψηλότερη δυνατή διαθεσιμότητα αποφεύγοντας κοστοβόρες διακοπές λειτουργίας. Μέρος των εντολών εργασίας συντήρησης παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.



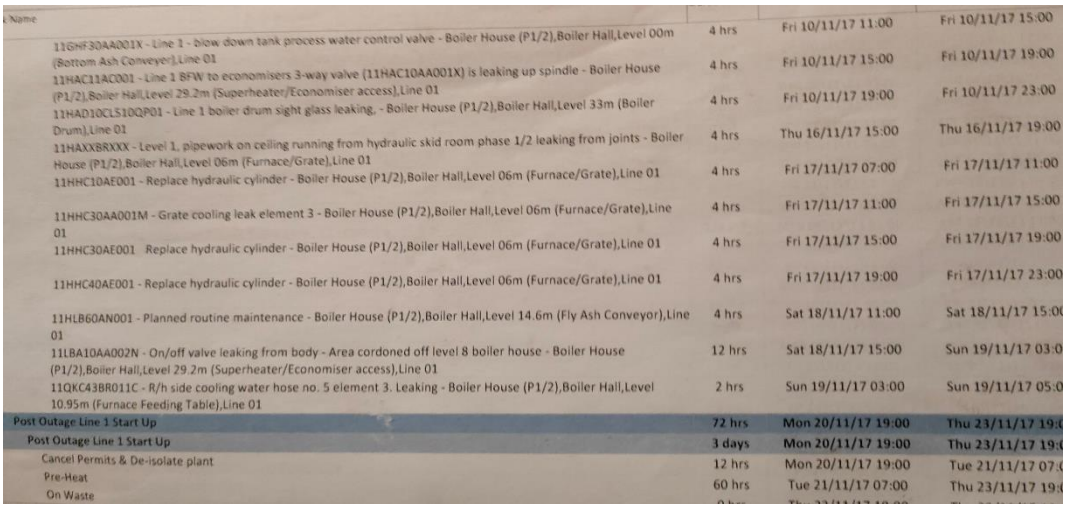
		Duration	Start	Finish
228	On Load			
229	Cancel permits & de-isolate	48 hrs	Sat 08/04/17 19:00	Mon 10/04/17
230	Prep turbine	6 hrs	Sat 08/04/17 19:00	Sun 09/04/17 0
231	Pre-heat	6 hrs	Sun 09/04/17 01:00	Sun 09/04/17 0
	Start up turbine and export power	36 hrs	Sun 09/04/17 07:00	Mon 10/04/17
6	Pre Outage Line 4 Cool Down	0 hrs	Mon 10/04/17 19:00	Mon 10/04/17
1	Pre-Outage Line 4 Cool Down	9 days	Wed 29/03/17 19:00	Sat 01/04/17 19
3	Off Waste	0 hrs	Wed 29/03/17 19:00	Wed 29/03/17 1
4	Cool down period	60 hrs	Wed 29/03/17 19:00	Sat 01/04/17 07
6	Permit prep & isolations	12 hrs	Sat 01/04/17 07:00	Sat 01/04/17 19
7	Line 4 Engineering Outage	414 hrs	Sat 01/04/17 07:00	Tue 18/04/17 10
1	Engineering Works	414 hrs	Sat 01/04/17 07:00	Tue 18/04/17 13
2	Furnace, Boiler & Pressure Parts	411 hrs	Sat 01/04/17 07:00	Tue 18/04/17 10
3	Furnace External	2.5 hrs	Sat 01/04/17 07:00	Sat 01/04/17 09
5	Open all furnace doors	1 hr	Sat 01/04/17 07:00	Sat 01/04/17 08
6	Remove blocks	1 hr	Sat 01/04/17 08:00	Sat 01/04/17 09
7	Check clinkers via level 9 doors	0.5 hrs	Sat 01/04/17 09:00	Sat 01/04/17 09
8	Furnace	360 hrs	Sat 01/04/17 19:00	Sun 16/04/17 19
10	Rope access to remove clinkers 1st pass	5 hrs	Sat 01/04/17 19:00	Sun 02/04/17 00
11	Install bridge & hand rail	2 hrs	Sun 02/04/17 07:00	Sun 02/04/17 09
12	Install furnace lighting	30 mins	Sun 02/04/17 09:00	Sun 02/04/17 09
13	Internal clinker inspection	30 mins	Sun 02/04/17 09:30	Sun 02/04/17 10
14	Clean grate (ash extractor running and ash grabs in auto) - To include a jet wash of all tiles (screening to be installed	16 hrs	Sun 02/04/17 10:00	Sun 02/04/17 15
15	Grate snots - "Out" stroke	4.5 hrs	Sun 02/04/17 15:00	Sun 02/04/17 19
16	Install 1st pass scaffold	9 hrs	Mon 03/04/17 07:00	Mon 03/04/17 16
17	Hard clean of existing inconel	3 hrs	Mon 03/04/17 16:00	Mon 03/04/17 19
18	Grit blast 1st pass existing inconel	12 hrs	Mon 03/04/17 19:00	Tue 04/04/17 07
19	Clean down scaffolding - 1st pass	1 hr	Tue 04/04/17 07:00	Tue 04/04/17 08
20	Refractory inspection above and below the prism, to include feeding table area	2 hrs	Tue 04/04/17 08:00	Tue 04/04/17 10
21	Mobilise refractory company	0 hrs	Tue 04/04/17 10:00	Tue 04/04/17 10
22	Set up of equipment for refractory works (external)	9 hrs	Tue 04/04/17 10:00	Tue 04/04/17 19
23	Grit blast 1st pass existing inconel	12 hrs	Tue 04/04/17 19:00	Wed 05/04/17 07
24	Clean down scaffolding - 1st pass	1 hr	Wed 05/04/17 07:00	Wed 05/04/17 08
25	Refractory works - Shift 1	11 hrs	Wed 05/04/17 08:00	Wed 05/04/17 19
26	Install crash deck at the bottom of the exsisting inconel - 1st pass	2 hrs	Thu 06/04/17 08:00	Thu 06/04/17 10
27	Refractory works - Shift 2	11 hrs	Thu 06/04/17 08:00	Thu 06/04/17 19
28	Refractory works - Shift 3	12 hrs	Thu 06/04/17 19:00	Fri 07/04/17 07
29	Refractory works - Shift 4	12 hrs	Fri 07/04/17 07:00	Fri 07/04/17 19
30	Refractory works - Shift 5	12 hrs	Fri 07/04/17 19:00	Sat 08/04/17 07

Εικόνα 2 *Επισκόπηση του προγράμματος συντήρησης*



430	Inspection and repair of fault	6 hrs	Wed 22/03/17 08:00	Wed 22
431	Lagging to be installed	6 hrs	Fri 24/03/17 09:00	Fri 24/0
432	Scaffold removal	28 hrs	Mon 27/03/17 08:00	Tue 28/
434	HV works, inspection maintenance & testing	6 hrs	Tue 28/03/17 12:00	Tue 28/
435	General lighting external	96 hrs	Sun 02/04/17 07:00	Thu 06/
436	General lighting internal	0 hrs	Tue 21/03/17 08:00	Tue 21/
437	**Work Orders & Defects**	0 hrs	Tue 21/03/17 08:00	Tue 21/
438	Pressure gauge slight steam leak on pipework - 565470- 23LBA10CP510QP01	72 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Fri 24/0
439	Gland repack and valve overhaul - 23LBA10AA002N	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
440	Boiler house lvl 5 - sight glasses require maintenance - 23HAD10CL510QP01	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
441	leak from rear door of ash extractor line 3 left - 23HDA21CL101-B01	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
442	Steam leak reseal and Furmanited flange repair - 23LAE11BRXXXX	12 hrs	Wed 22/03/17 07:00	Wed 22/
443	Hydraulic ram is leaking oil from the seal - 23HHC10AE002	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
444	Correcting the wiring to the motor pillar - Defect 66	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
445	FF0880 Halton work packs P2WP 390 and 391	36 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Wed 22/
446	Damper will not close - 23HLA60AA002F	36 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Wed 22/
447	Inspect double dump valve condition - 23ETG14AA020-S01	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
448	Inspect double dump valve condition - 23ETG14AA020-S01	6 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
449	Overhaul and test boiler level gauge - 23HAD10CL510QP01	6 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
450	leaking gland - 23QKD15AP001	72 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Fri 24/03
451	Suspect dust leak on bags - 23RJC18CL301-F01	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
452	Suspect dust leak on bags - 23RJC15CL301-F01	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
453	Suspect dust leak on bags - 23RJC11CL301-F01	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
454	Drain valve overhaul required - 23HANXXBRXXX	12 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/0
55	Under grate U tube water leaks - 23QKC42BR012C	24 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Wed 22/
56	Under grate U tube tile connector leaks and sheared bolt - 23QKC42BR013C	72 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Fri 24/03
57	Pin on Actuator Clutch is bent and sticks in when depressed in - 23LBA10AA002N-M01	72 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Fri 24/03
		6 hrs	Tue 21/03/17 07:00	Tue 21/

Page 10



Name			
11GHF30AA001X - Line 1 - blow down tank process water control valve - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 00m (Bottom Ash Conveyer),Line 01	4 hrs	Fri 10/11/17 11:00	Fri 10/11/17 15:00
11HAC11AC001 - Line 1 BFW to economisers 3-way valve (11HAC10AA001X) is leaking up spindle - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 29.2m (Superheater/Economiser access),Line 01	4 hrs	Fri 10/11/17 15:00	Fri 10/11/17 19:00
11HAD10CL510QP01 - Line 1 boiler drum sight glass leaking. - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 33m (Boiler Drum),Line 01	4 hrs	Fri 10/11/17 19:00	Fri 10/11/17 23:00
11HAXXBRXXX - Level 1, pipework on ceiling running from hydraulic skid room phase 1/2 leaking from joints - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 06m (Furnace/Grate),Line 01	4 hrs	Thu 16/11/17 15:00	Thu 16/11/17 19:00
11HHC10AE001 - Replace hydraulic cylinder - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 06m (Furnace/Grate),Line 01	4 hrs	Fri 17/11/17 07:00	Fri 17/11/17 11:00
11HHC30AA001M - Grate cooling leak element 3 - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 06m (Furnace/Grate),Line 01	4 hrs	Fri 17/11/17 11:00	Fri 17/11/17 15:00
11HHC30AE001 Replace hydraulic cylinder - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 06m (Furnace/Grate),Line 01	4 hrs	Fri 17/11/17 15:00	Fri 17/11/17 19:00
11HHC40AE001 - Replace hydraulic cylinder - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 06m (Furnace/Grate),Line 01	4 hrs	Fri 17/11/17 19:00	Fri 17/11/17 23:00
11HLB60AN001 - Planned routine maintenance - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 14.6m (Fly Ash Conveyor),Line 01	4 hrs	Sat 18/11/17 11:00	Sat 18/11/17 15:0
11LBA10AA002N - On/off valve leaking from body - Area cordoned off level 8 boiler house - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 29.2m (Superheater/Economiser access),Line 01	12 hrs	Sat 18/11/17 15:00	Sun 19/11/17 03:0
11QKC43BR011C - R/h side cooling water hose no. 5 element 3. Leaking - Boiler House (P1/2),Boiler Hall,Level 10.95m (Furnace Feeding Table),Line 01	2 hrs	Sun 19/11/17 03:00	Sun 19/11/17 05:0
Post Outage Line 1 Start Up	72 hrs	Mon 20/11/17 19:00	Thu 23/11/17 19:
Post Outage Line 1 Start Up	3 days	Mon 20/11/17 19:00	Thu 23/11/17 19:
Cancel Permits & De-isolate plant	12 hrs	Mon 20/11/17 19:00	Tue 21/11/17 07:
Pre-Heat	60 hrs	Tue 21/11/17 07:00	Thu 23/11/17 19:
On Waste			

Εικόνα 3 *Οι εντολές εργασίας εκτελούνται, διορθώνοντας βλάβες, εισαγάγοντας αλλαγές στα πλαίσια του προγράμματος συντήρησης*

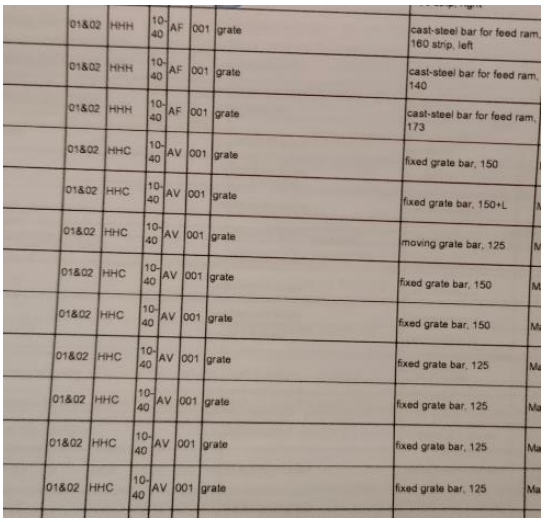
Σε ένα τέτοιο εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας, στα πλαίσια της καθημερινής του λειτουργίας, έχουν οριστεί κρίσιμοι παράμετροι που παρακολουθούνται ανά βάρδια, με βάση το ημερολόγιο παραγωγής και που απαιτούν την προσοχή του λειτουργού της εγκατάστασης. Πέραν των καθημερινών προληπτικών ελέγχων που εκτελούνται ανά βάρδια σε μηχανήματα και εξοπλισμό, συχνά προκύπτουν βλάβες που απαιτούν την άμεση παρέμβαση της ομάδας επεμβατικής συντήρησης οι οποίες πραγματοποιούνται όταν το εργοστάσιο είναι σε λειτουργία (online) πχ καθαρισμός εμφράξεων.

Η αντιμετώπιση εμφράξεων με συστήματα πεπιεσμένου αέρα στο 2/3 πέρασμα, καθώς και συχνές βλάβες του μηχανολογικού εξοπλισμού δεν είναι πάντα εύκολο να καλυφθούν από τον ανάδοχο του έργου (EPC) ως αστοχίες. Έστω ότι ο ανάδοχος δίνει τις απαραίτητες εγγυήσεις πχ 40.000 ώρες για συγκεκριμένο τύπο εναλλακτών καθώς και τον αριθμό των κρίσιμων ανταλλακτικών που απαιτούνται για το συγκεκριμένο υλικό. Παρότι ο ανάδοχος έχει εκπαιδεύσει το προσωπικό του λειτουργού και επιβλέψει τη λειτουργία, πολλές φορές προκύπτουν φθορές από παραλείψεις, λάθη και αστοχίες του λειτουργού πχ μη σωστή παρακολούθηση της ποιότητας του απιονισμένου νερού, αναποτελεσματικός καθαρισμός επικαθήσεων κλπ. Κάτι τέτοιο στο συγκεκριμένο παράδειγμα των εναλλακτών θερμότητας, μπορεί να προκαλεί την ταχύτερη διάβρωση τους, μειώνοντας δραματικά τον χρόνο ζωής τους ανάλογα με τη λειτουργία και τη συντήρηση του ατμολέβητα. Η διάρκεια ζωής των εναλλακτών σε υψηλές θερμοκρασίες μειώνεται εκθετικά και σε σχέση με τη θερμοκρασία, με αποτέλεσμα την διάβρωση τους. Γεγονός που επηρεάζει αρνητικά την λειτουργία του ατμολέβητα και συνεπώς τη λειτουργία της εγκατάστασης. Μέρος του καταλόγου κρίσιμων ανταλλακτικών που διατίθεται από τον ανάδοχο και

παρακολουθείται από τον λειτουργό με βάση τις αναλώσεις, παρουσιάζεται στην Εικόνα 4 λαμβάνοντας υπόψη την ανάλωση ανταλλακτικών και τους χρόνους παράδοσης για την εύρυθμη λειτουργία του εργοστασίου.

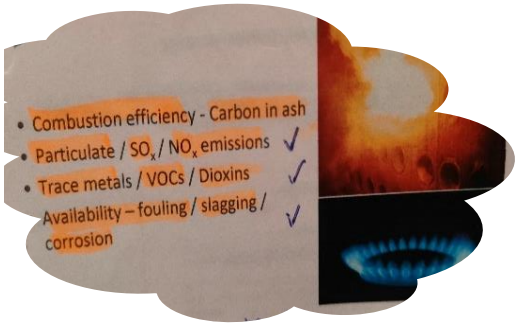
Η παρακολούθηση των παραμέτρων που επηρεάζουν τη λειτουργία του εργοστασίου είναι επιτακτική εφόσον έχει αντίκτυπο στη διαθεσιμότητα, ενεργειακή αξιοποίηση και περιβαλλοντικής συμμόρφωσης του εργοστασίου. Συχνές βλάβες στο σύστημα τροφοδοσίας πχ γερανών μπορεί να οδηγούν σε μη τροφοδοσία του καυστήρα. Η μη παρακολούθηση του επιπέδου στάθμης του ατμοσυλλέκτη/θερμοδοχείου (Boiler Drum) μπορεί να προκαλέσει τη μη διαθεσιμότητα του λέβητα. Οι βλάβες στο σύστημα ψύξης σε υδρόψυκτο καυστήρα κινούμενων εσχαρών έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του χρόνου ζωής των εσχαρών. Η μη διακρίβωση του μετρητικού εξοπλισμού μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα λειτουργίας ενώ η μη τακτική παρακολούθηση και έλεγχος με πρότυπα βάρη των δυναμοκυψελών των γερανών σε λάθος τροφοδοσία. Η αναποτελεσματικότητα καθαρισμού του ατμολέβητα πχ η εκτός παραμέτρων λειτουργία του μηχανικού καθαρισμού (rapping system) στους εναλλάκτες, ή του υδροδυναμικού καθαρισμού (shower cleaning) καθώς και η μη παρακολούθηση της ποιότητας του νερού μπορεί να οδηγούν σε επικαθήσεις, κακή μεταφορά θερμότητας , διάβρωση ακόμα και σε βλάβες στους εναλλάκτες αλλά και σε άλλα μέρη λόγω μεταφορά τους μέσω ατμού. Η μη διακρίβωση και έλεγχος του συστήματος συνεχής παρακολούθησης των ρύπων (CEMS) ή η μη σωστή τροφοδοσία χημικών ουσιών, ή η αστοχία του εξοπλισμού πχ βλάβη της τροφοδοσίας SNCR, ή η βλάβη των βοηθητικών καυστήρων (Auxiliary Burners) μπορεί να οδηγήσουν σε περιβαλλοντικά πρόστιμα.

Οι εικόνες 5, 5A έως 5 K παρουσιάζουν βασικές λειτουργικές παραμέτρους που πρέπει να παρακολουθούνται για την διασφάλιση της διαθεσιμότητας, ενεργειακής αξιοποίησης και περιβαλλοντικής συμμόρφωσης του εργοστασίου.



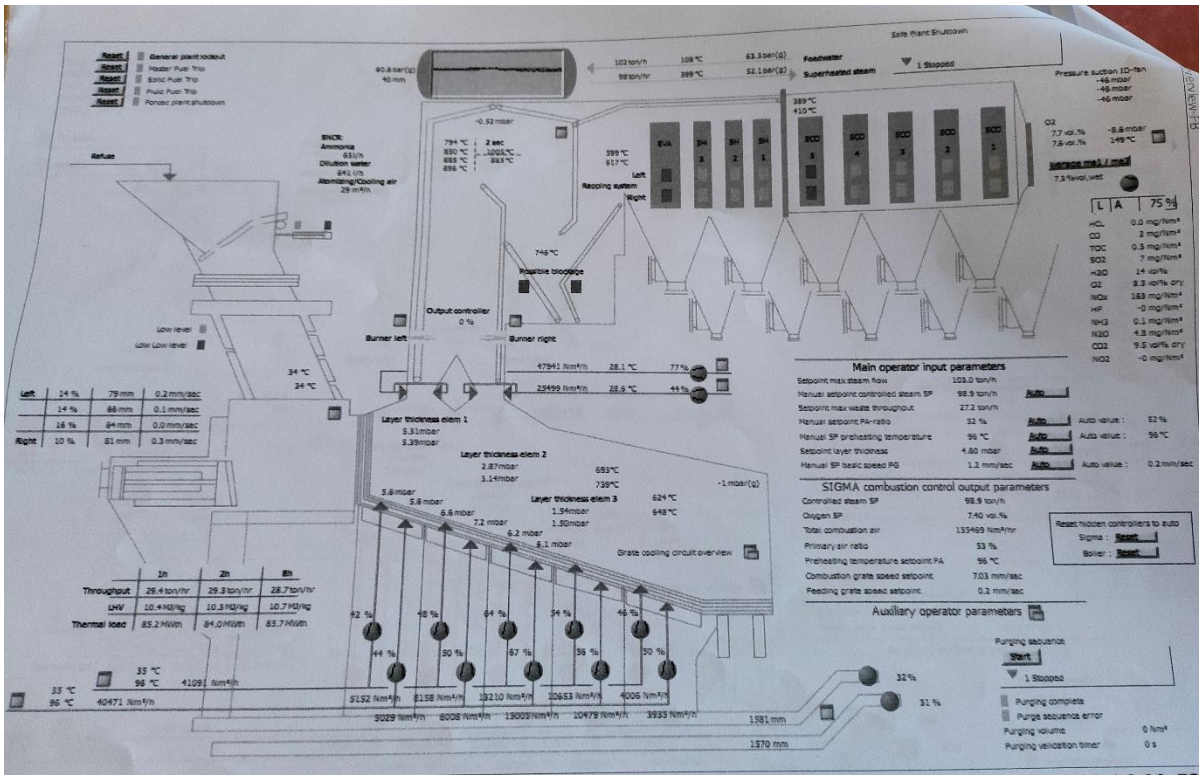
	01&02	HHH	10-40	AF	001	grate	cast-steel bar for feed ram, 160 strip, left
	01&02	HHH	10-40	AF	001	grate	cast-steel bar for feed ram, 140
	01&02	HHH	10-40	AF	001	grate	cast-steel bar for feed ram, 173
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	fixed grate bar, 150
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	fixed grate bar, 150+L
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	moving grate bar, 125
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	fixed grate bar, 150
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	fixed grate bar, 150
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	fixed grate bar, 125
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	fixed grate bar, 125
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	fixed grate bar, 125
	01&02	HHC	10-40	AV	001	grate	fixed grate bar, 125

Εικονα 4 *Μέρος του καταλόγου κρίσιμων ανταλλακτικών που παρέχεται από τον ανάδοχο EPC και που παρακολουθούνται από τον λειτουργό της εγκατάστασης*

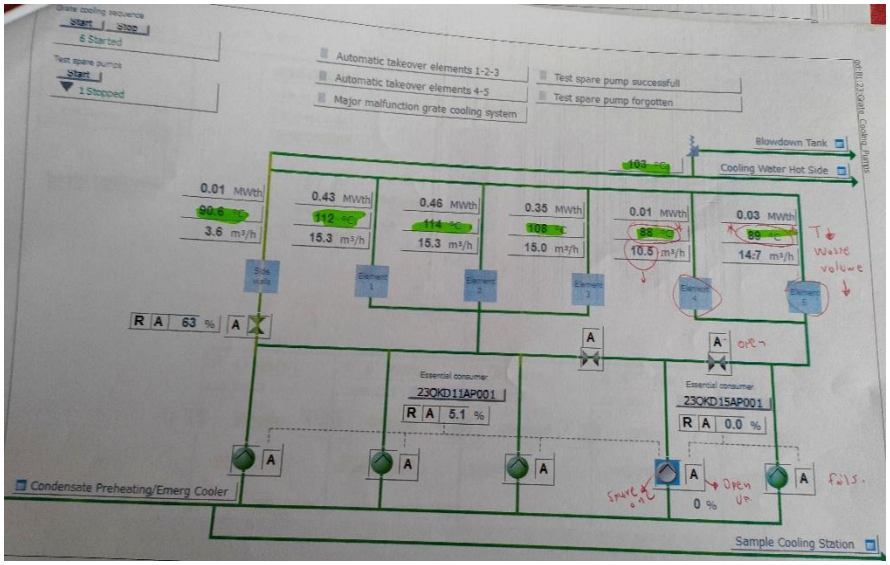


Εικόνα 5 *Ενδεικτικά βασικές λειτουργικές παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται και που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα, την ενεργειακή αξιοποίηση και την περιβαλλοντική συμμόρφωση του εργοστασίου*

Εικόνα 5Α *Η λειτουργία των γερανών απορριμμάτων μπορεί να παρεμποδιστεί ως αποτέλεσμα των τριβών που προκαλούν αστοχίες καθώς και λόγω της ποικιλόμορφης σύνθεσης των απορριμμάτων που οδηγεί συχνά σε βλάβες*

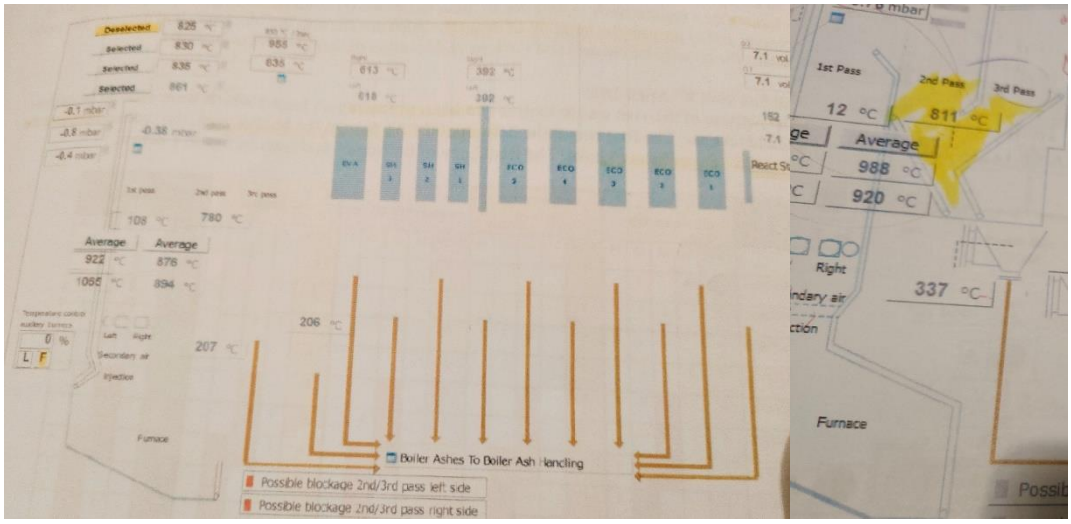


Εικόνα 5Β *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που διέπει τη λειτουργία του Λέβητα-Καυστήρα που υποδεικνύει κρίσιμες λειτουργικές παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένων της ποσότητας των αποβλήτων που τροφοδοτούνται μέσω γερανού στις εσχάρες του καυστήρα (throughput), της θερμογόνου δύναμης των απορριμμάτων (LHV), της καύσης τους στις εσχάρες (layer thickness), του συστήματος αέρα τροφοδοσίας καύσης, τη συμμόρφωση θερμοκρασίας καύσης 2 δευτερολέπτων στους 850C, τη στάθμη του θερμοδοχείου λέβητα. του παραγόμενου υπέρθερμου ατμού κλπ.*

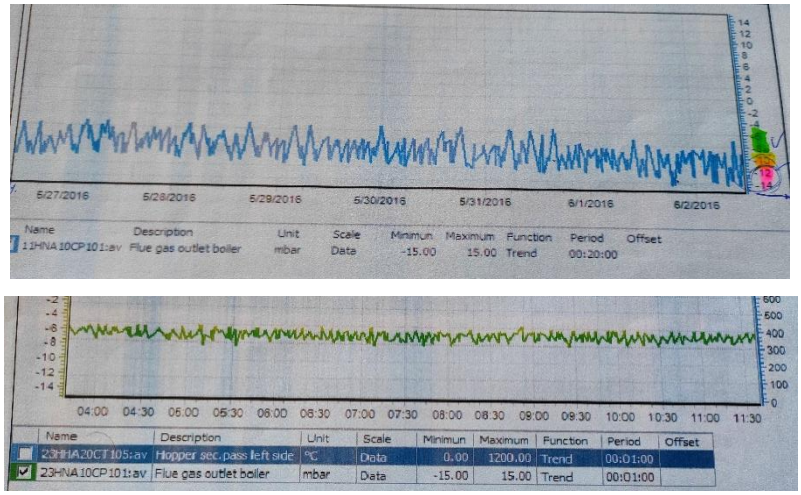


Εικόνα 5Γ *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που διέπει το σύστημα ψύξης του καυστήρα κινουμένων εσχαρών*

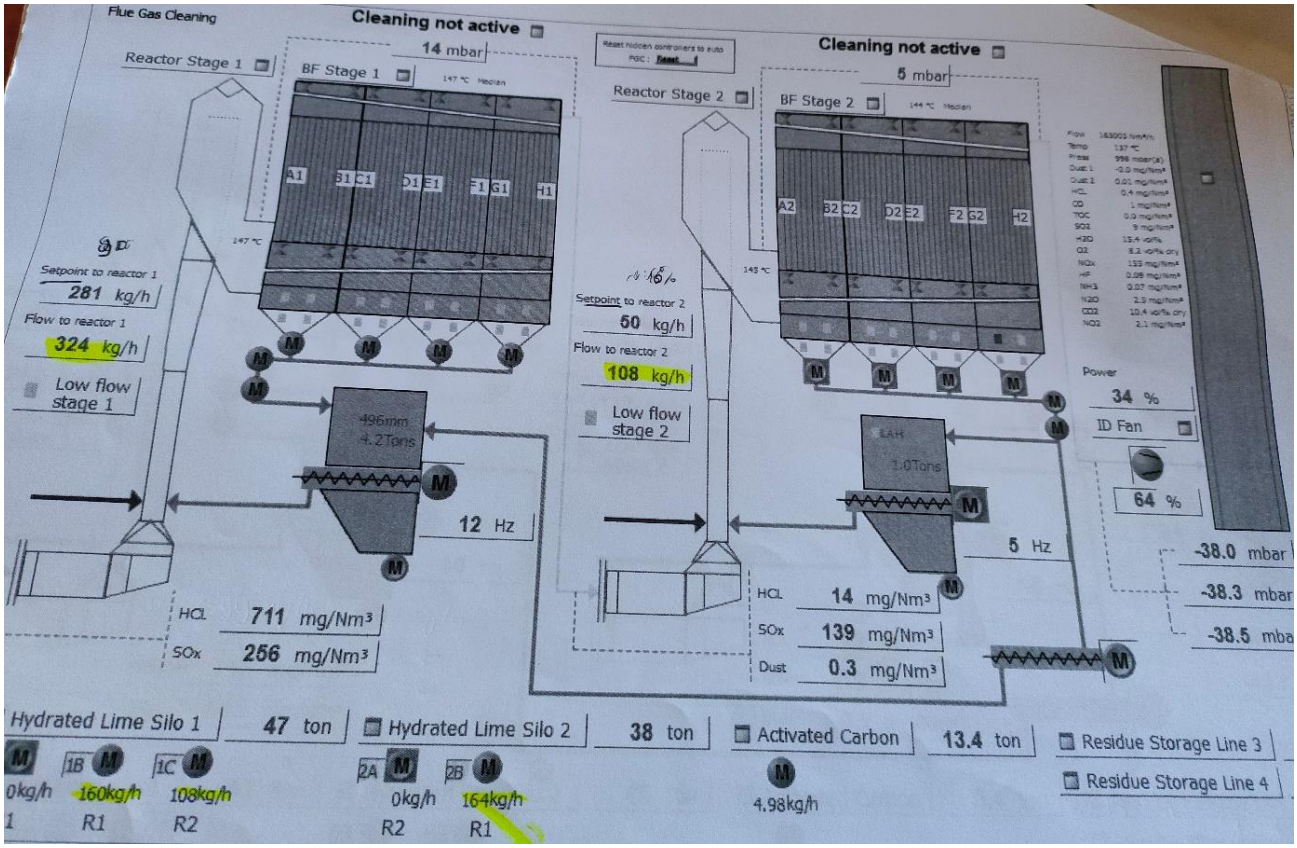
Εικόνα 5Δ *Γράφημα του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS, που δείχνει τον συσχετισμό μεταξύ της θερμογόνου δύναμης των απορριμμάτων που είναι η πορτοκαλί γραμμή, της ποσότητας απορριμμάτων που καίγονται- η μπλε γραμμή και της παραγωγής υπέρθερμου ατμού HP -η πράσινη γραμμή. Η παραγωγή ατμού είναι συνάρτηση των απορριμμάτων που καίγονται σε σχέση με τη θερμογόνο δύναμη*



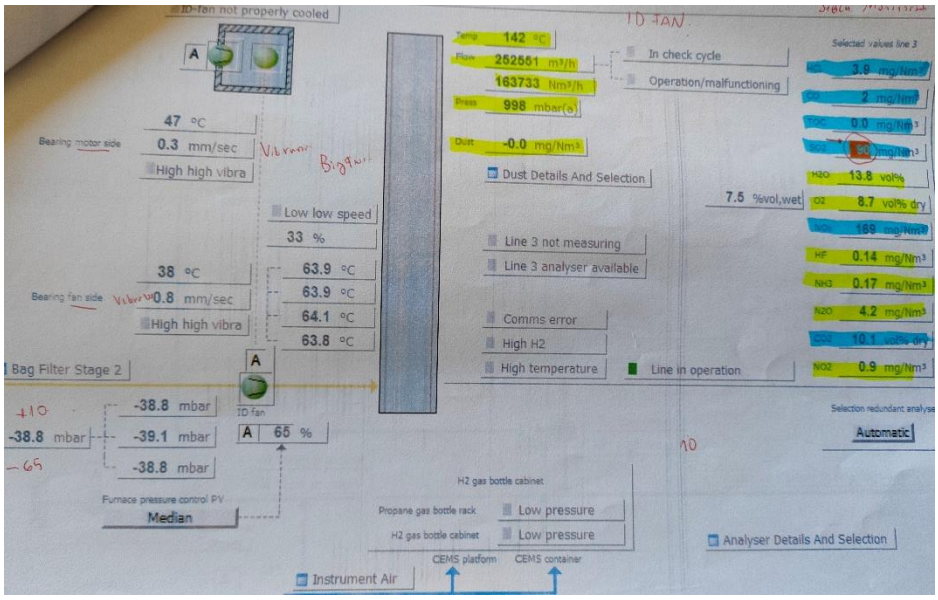
Εικόνα 5Ε *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS του λέβητα που παρακολουθεί την διέλευση του καυσαερίου από το 2ο και 3ο πέρασμα του λέβητα όπου προκαλούνται συχνά εμφράξεις*



Εικόνα 5ΣΤ *Εξαχθέντα γραφήματα από το αυτοματοποιημένο σύστημα DCS* που διέπουν την ροή *καυσαερίου στο λέβητα. Το βέλτιστο εύρος λειτουργίας κυμαίνεται από -6 έως -8 mbar κατά την έξοδο του ατμολέβητα όπως υποδεικνύεται στο κάτω διάγραμμα.*

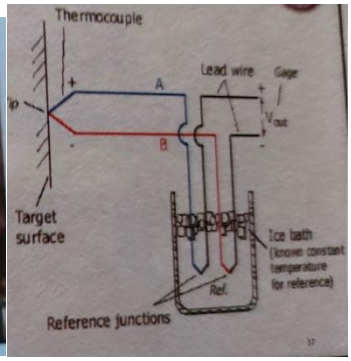


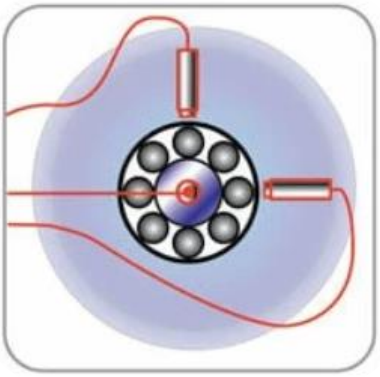
Εικόνα 5Z *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS του λέβητα που παρακολουθεί το σύστημα ελέγχου καθαρισμού καυσαερίων (FGT).*



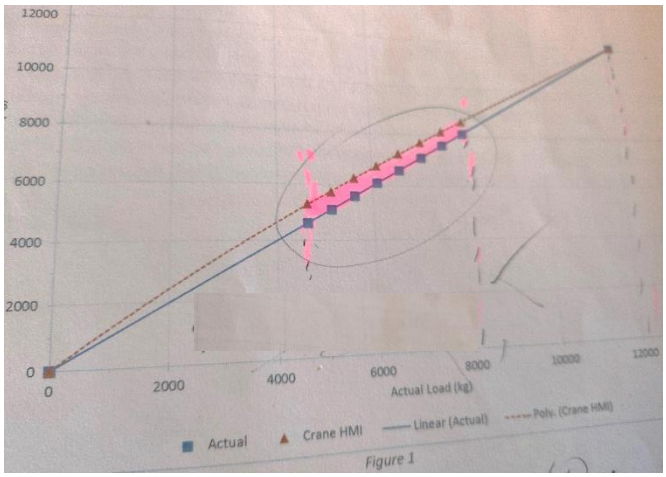
Εικόνα 5H *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που παρακολουθεί τις εκπομπές καυσαερίου CEMS*

Εικόνα 5Θ *Έλεγχος στάθμης θερμοδοχείου*

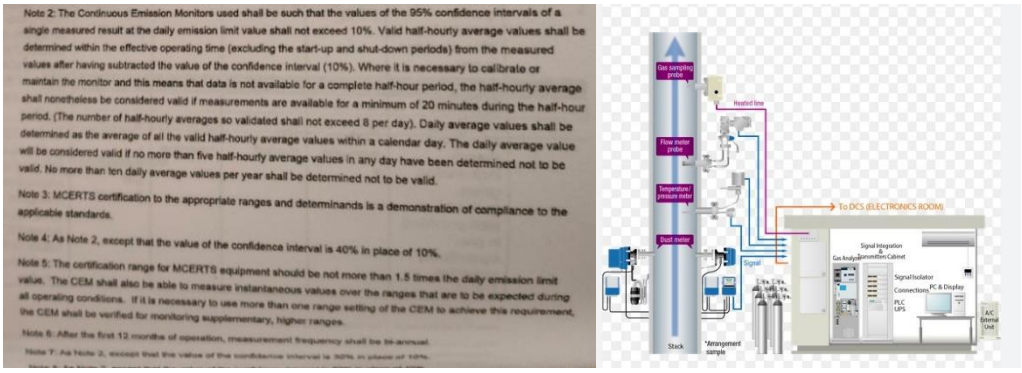




Εικόνα 5 Ι1 *Μετρητικός εξοπλισμός, διακριβώσεις, τεχνικές παρακολούθησης και ελέγχου συντήρησης του εξοπλισμού*



Εικόνα 5 Ι2 *Έλεγχος καλής λειτουργίας ανα τρίμηνο των δυναμοκυψελών των γερανών τροφοδοσίας των απορριμμάτων σε σχέση με την διακριβωμένη πλάστιγγα που πραγματοποιείται με τη χρήση πρότυπων βαρών. Τα αποτελέσματα παρακολουθούνται στο εύρος λειτουργίας-τροφοδοσίας των γερανών μεταξύ των τιμών στο DCS και των πραγματικών τιμών και γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις*

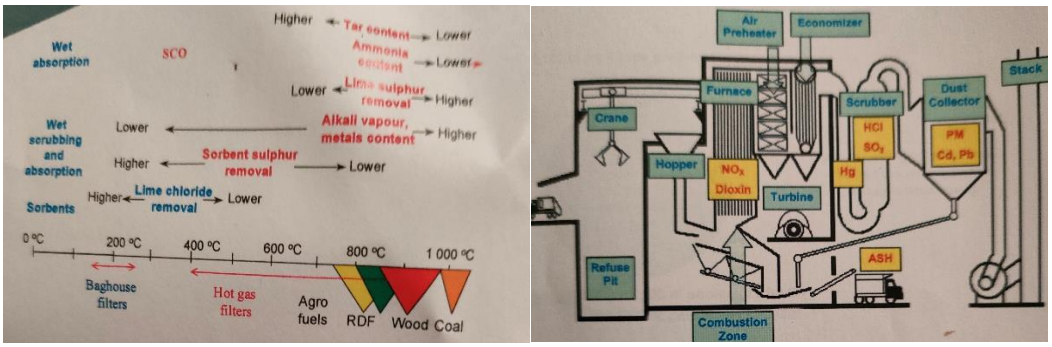


Εικόνα 5Κ *Απαιτήσεις συστήματος συνεχούς παρακολούθησης -Continuous Emissions Monitoring System (CEMS) σύμφωνα με το πρότυπο EN 14181*

Οι μονάδες καύσης επεξεργάζονται απορρίμματα σύμμεικτα ακολουθώντας την ιεραρχία διαχείρισης των αποβλήτων με σκοπό την ενεργειακή αξιοποίησης των μη ανακυκλώσιμων αποβλήτων που διαφορετικά θα οδηγούνταν σε ΧΥΤΑ. Αν και δίνονται κίνητρα για τη χρήση και αξιοποίηση ανακυκλωμένων προϊόντων ως πρώτης ύλης για τη μετατροπή τους σε νέα προϊόντα, στα πλαίσια της κυκλικής οικονομίας, συμπεριλαμβανομένων των πλαστικών, πολλές φορές δημιουργούνται προκλήσεις. Σε μια εξαιρετικά προσαρμοστική και συνεχώς μεταβαλλόμενη αγορά με πολλούς παράγοντες που επηρεάζουν την εφοδιαστική αλυσίδα, π.χ. τιμές, τα πρωτόκολλα καθαρότητας-επιμολύνσεις ανακυκλωσίμων υλικών για τη χρήση τους και φαινόμενα με μεγάλο αντίκτυπο όπως η απαγόρευση της Κίνας στις εξαγωγές κλπ. μερικές φορές προκαλούν τον αποκλεισμό και συνεπώς τη μη απορρόφηση όλων των ανακτώμενων προϊόντων προς ανακύκλωση από τους Παραγωγούς και επομένως την πιθανή απόρριψη τους στους ΧΥΤΑ. Εφόσον σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο σχετικά με την διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού για τα υλικά συσκευασίας ακολουθώντας την ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων αυτά θα πρέπει να ανακυκλώνονται, η χρήση των καυστήρων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για το κλάσμα των αποβλήτων που δεν μπορεί να ανακυκλωθεί, δρώντας με συνέργεια και συμπληρωματικά με την ανακύκλωση.

Στον καυστήρα μπορεί να οδηγούνται απορρίμματα κύρια μη επικίνδυνα ΑΣΑ και όσα ομοιάζουν με αυτά στη φύση τους. Οι καυστήρες που είναι ιδιαίτερα διαδεδομένοι είναι αυτοί των κινούμενων εσχαρών. Είναι κατάλληλα σχεδιασμένοι ώστε να μπορούν να επεξεργάζονται ανεπεξέργαστα απορρίμματα. Τα ανεπεξέργαστα απορρίμματα εκτός από την αποφυγή του κόστους επεξεργασίας και την ευελιξία τους, μπορεί παρόλο αυτά να δημιουργούν αρκετά προβλήματα πχ ζημιές σε μηχανολογικό εξοπλισμό, εμφράξεις, πολύ ασταθή λειτουργία λόγω της ανομοιογενούς τους θερμογόνου δύναμης, πολλά άκαυστα υλικά, ενώ δημιουργούν και προβλήματα εκπομπών ρύπων. Ακόμη και απόβλητα που από τη φύση τους λογίζονται ως μη επικίνδυνα όπως τα πλαστικά τα οποία παρουσιάζουν σχετικά υψηλή θερμογόνο δύναμη, κατά την καύση τους απελευθερώνουν υψηλές εκπομπές σε Cl, S. Η Εικόνα 6 παρουσιάζει το θερμοκρασιακό εύρος καύσης σε σχέση με την πρώτη ύλη των αποβλήτων, τον σχηματισμό επικίνδυνων ρύπων καυσαερίων καθώς και την επεξεργασία τους.

Από την άλλη πλευρά τα ανακτημένα και βιοξηραμένα RDF ή πιστοποιημένα SRF έχουν με πλάνο δειγματοληψιών και τακτικούς εργαστηριακούς ελέγχους βάση κείμενης νομοθεσίας πιστοποιήσει την ικανότητα τους να έχουν χαμηλά ποσοστά υγρασίας, κατάλληλη θερμογόνο και χαμηλές προσμίξεις πχ σε Cl κλπ. Για την αποφυγή όλων των παραπάνω οι ΑΕΠΟ απαιτούν από τον λειτουργό βάση και των υλικών που μπορούν να δεχθούν σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων (ΕΚΑ), να τηρούν αυστηρά πρωτόκολλα δειγματοληψίας και παρακολούθησης. Οι Εικόνες 7 Α έως Δ παραθέτουν κρίσιμες παραμέτρους περιβαλλοντικής συμμόρφωσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις τήρησης των όρων της ΑΕΠΟ.



Εικόνα 6 *Θερμοκρασιακό εύρος καύσης διαφόρων πρώτων υλών, επικίνδυνοι ρύποι που σχηματίζονται σε διαφορετικά στάδια της εγκατάστασης και τεχνολογίες επεξεργασίας*

Waste code	Description
15 01 06; 15 02 03	**Waste Packaging** Mixed packaging; Absorbents, filter materials , wiping cloths and protective clothing, but only the fraction that is contaminated or can not be practically recycled or reused and would otherwise be destined for landfill.
19 05 01	**Waste from aerobic treatment of solid wastes** Non composted fraction of municipal and similar wastes, but only the fraction that is contaminated or can not be practically recycled or reused and would otherwise be destined for landfill.
19 06 04	**Waste from anaerobic treatment of wastes** Digestate from anaerobic treatment of municipal waste, but only the fraction that is contaminated or can not be practically recycled or reused and would otherwise be destined for landfill.
19 12 01; 19 12 07; 19 12 08	**Wastes from mechanical treatment of waste–** Paper and cardboard; Wood other than mentioned in 19 12 06* and textiles, but only the fraction that is contaminated or can not be practically recycled or reused and would otherwise be destined for landfill.
20 01 01; 20 01 08; 20 01 10; 20 01 11; 20 01 38; 20 01 39	**Municipal Wastes** Paper and cardboard; Biodegradable kitchen and canteen waste; clothes; textiles; Wood other than mentioned in 20 01 37*; Plastics, but only the fraction that is contaminated or can not be practically recycled or reused and would otherwise be destined for landfill.
20 02 01	**Garden and Park wastes** Biodegradable wastes, but only the fraction that is contaminated or can not be practically recycled or reused and would otherwise be destined for landfill.
03 01; 20 03 ; 03 03; 20 03	**Other municipal wastes** Mixed municipal waste; Waste from markets; Street-cleaning residue Bulky waste;

Εικόνα 7 Α *Κατάλογος αποδεκτών αποβλήτων που υποδεικνύεται από την περιβαλλοντική άδεια ΑΕΠΟ συμπεριλαμβανομένου του κλάσματος RDF και άλλων κλασμάτων αποβλήτων όπως ξηραμένη λάσπη. Τα δημοτικά αστικά απορρίμματα που κατηγοριοποιούνται με βάση το Κεφάλαιο 20 του ΕΚΑ ενδέχεται να δημιουργούν αυξημένους κινδύνους λόγω της ανομοιογενούς σύστασης τους και πιθανόν να πρέπει να λαμβάνονται επιπλέον μέτρα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα ογκώδη που απαιτούν πρόσθετη επεξεργασία, όπως τεμαχισμό*

Schedule 5 - Reporting

Parameters, for which reports shall be made, in accordance with conditions of this permit, are listed below.

Table S5.1 Reporting of monitoring data

Parameter	Emission or monitoring point/reference	Reporting period	Period begins
Continuously monitored emissions to air of SO_2, total organic carbon, NOx, HCl, particulate, CO and NH_3 , continuous monitoring as required by condition 3.6.1.	A1 [(point A1 on plan provided in pre-operational condition PM16).	Every 3 months	From the first date that waste is burned in the installation
Extractively sampled emissions to air of SO_2, total organic carbon, NOx, HCl, particulate and CO, periodic monitoring as required by condition 3.6.1.		Every 6 months	From the first date that waste is burned in the installation
Emissions to air of HF, N_2O, Cd/Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V and their compounds (total), dioxins/ furans (I-TEQ), dioxin-like PCBs (WHO-TEQ Humans/ Mammals), dioxin-like PCBs (WHO-TEQ Fish), dioxin-like PCBs (WHO-TEQ Birds), specific individual poly-cyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), dioxins/furans (WHO-TEQ Humans/Mammals), dioxins/furans (WHO-TEQ Fish), dioxins/furans (WHO-TEQ Birds) periodic monitoring as required by condition 3.6.1.		Every 3 months for the first year of operation, and every 6 months thereafter.	From the first date that waste is burned in the installation
Exhaust gas temperature, pressure, oxygen content, water content and flowrate, continuous monitoring as required by condition 3.6.1		As requested by Agency site inspector. See Note 1.	From the first date that waste is burned in the installation
Furnace chamber temperature continuous monitoring as required by condition 3.6.1	Furnace PCC	As requested by Agency site inspector. See Note 1.	From the first date that waste is burned in the installation
Wind speed and direction continuous monitoring as required by condition 3.6.1	Installation	As requested by Agency site inspector. See Note 1.	From the first date that waste is burned in the installation
LOI of bottom ash as required by condition 3.6.1	Bottom Ash	Monthly for the first year of operation, and quarterly thereafter.	From the first date that waste is burned in the

Εικόνα 7 Β *Παράμετροι περιβαλλοντικής παρακολούθησης με βάση την ΑΕΠΟ*

Table S1.4 Pre-operational measures

Reference	Pre-operational measures
PM1	From the date of issue of this permit, the operator shall provide the Agency with a report every 6 months outlining the progress with the planned building of the installation. The report shall include but not be limited to, status of the existing waste transfer station, demolition and land remediation at the site and time frames for the introduction of key building works and plant infrastructure.
PM2	At least 3 months before any furnace operation, the Operator shall provide the Environment Agency with a written Commissioning Plan and timetable for the commissioning process, including plant trials, monitoring protocols and how combustion conditions will be verified to meet the requirements of Article 11(3) of WID. The plan should also detail the actions that will be taken to ensure that permit conditions and the requirements of the Waste Incineration Directive (WID) can be achieved under all anticipated operating conditions. The plan shall be implemented in accordance with the written approval of the Environment Agency.
PM3	At least 3 months before any furnace operation, a written report shall be submitted to the Environment Agency describing the arrangements for continuous and periodic monitoring of emissions to air with regards to Technical Guidance Notes M1 and M2. The report shall include the following: • plant and equipment details, including accreditation to MCERTS • methods and standards for sampling and analysis of all substances controlled by the Waste Incineration Directive plus continuous monitoring of NH3 and periodic monitoring of N2O • monitoring locations, access and working platforms. The plan shall be implemented in accordance with the written approval of the Environment Agency.
PM4	At least 3 months prior to commissioning the operator shall submit a written plan to the Environment Agency describing a detailed programme for the monitoring of metals, dioxins/furans, PAH's and dioxin like PCB's in the soils in the vicinity of the installation. The plan shall include but not be limited to • a baseline soil survey prior to commencement of the incineration of waste • sampling locations having regard to the receptors identified in the application • the frequency and duration of the monitoring programme • sampling methodology and analytical techniques The plan shall be implemented in accordance with the written approval of the Environment Agency.
PM5	At least 3 months prior to commissioning (but after cessation of the existing permitted activities at the site), the operator shall undertake a noise survey to establish background noise levels in accordance with BS 4142. A report recording the findings of the survey shall submitted to the Environment Agency for approval within 2 months of carrying out the survey.
PM6	At least six months prior to commissioning of the incineration plant, the operator shall submit a written report to the Environment Agency identifying the choice of alkaline reagent to be used for acid gas abatement. The report shall provide details of the reagent injection system and the associated design of the bag filter abatement system that enables acid gases to be controlled. The findings of the report shall be implemented into the plant design and construction in

Table S1.4 Pre-operational measures

Reference	Pre-operational measures
PM7	At least 3 months prior to the incineration of municipal waste, the Operator shall submit a written plan to the Environment Agency describing the detailed ash sampling protocol that will be used for FGT residue and bottom ash monitoring, in conformance to Agency Guidance. The plan shall be implemented in accordance with the written approval of the Environment Agency.
PM8	At least 3 months prior to the incineration of municipal waste, the Operator shall submit a written plan to the Environment Agency that defines noise surveys that shall be undertaken to establish noise levels during operation of the plant when thermally treating waste. The surveys shall be in accordance with BS 4142 and a report shall be submitted to the Agency within 1 month of carrying out the surveys. The plan shall be implemented in accordance with the written approval of the Agency, and a report of the findings of the initial survey submitted to the Agency within 3 months of the commencement of burning waste. The report shall include proposals to eliminate any significant adverse impacts identified from the survey, and these proposals shall be implemented within 3 months of the report being submitted to the Agency.
PM9	At least two months prior to commissioning the Operator shall submit an additional site report for the installation. This report shall include, but not be limited to, • reference data characterising land condition within the installation prior to operations and with reference to previous activities at the site and any land remediation measures associated with cessation of the previous activities • a detailed site drainage plan and description of finalised drainage arrangements • a revised table D2 (as given in the guidance H7) recording a containment and integrity assessment for all installed liquid storage facilities and infrastructure • an integrity assessment for all installed subsurface structures.
PM10	At least six months before commissioning, the operator shall submit an updated site accident management plan to the Environment Agency for approval. The plan shall be in accordance with the requirements set out in Section 2.8 of Sector Guidance Note IPPC S5.01.
PM11	At least six months prior to commissioning, the operator shall submit a flood management plan for the installation that shall include but not be limited to the trigger level for flooding, which requires the site to be shut down and the measures in place to ensure relevant equipment is protected from flood waters. The flood management plan shall be approved by the Agency.
PM 12	On completion of commissioning of the incineration and electrical generation plant, the operator shall provide a report to demonstrate whether all components are fully operational and in accordance with design. The report shall include details of process parameter measuring devices and their calibration, including those for oxygen and temperature measurement within the combustion chambers. The report shall be submitted to the Environment Agency for approval, before the installation is brought into continuous operation. .
PM13	At least six months prior to commissioning of the plant, the operator shall have in place a documented management system that reflects the requirements of the PPC permit. The Operator shall submit an updated EPOPRA assessment.
PM14	At least two months prior to incineration of waste, the Operator shall

Permit Number

Εικόνα 7 Γ *Απόσπασμα των περιβαλλοντικών όρων της ΑΕΠΟ*

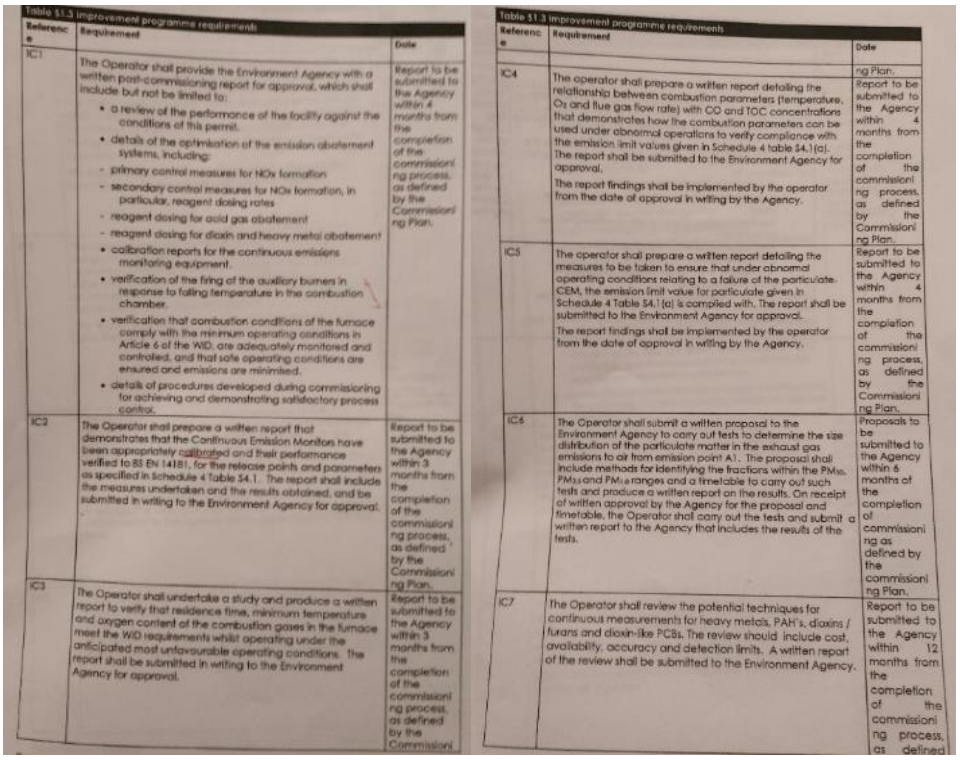


Table S1.3 Improvement programme requirements

Reference	Requirement	Date
IC1	The Operator shall provide the Environment Agency with a written post-commissioning report for approval, which shall include but not be limited to: • a review of the performance of the facility against the conditions of this permit. • details of the optimisation of the emission abatement systems, including: - primary control measures for NOx formation - secondary control measures for NOx formation, in particular, reagent dosing rates - reagent dosing for acid gas abatement - reagent dosing for dioxin and heavy metal abatement • calibration reports for the continuous emissions monitoring equipment. • verification of the firing of the auxiliary burners in response to falling temperature in the combustion chamber. • verification that combustion conditions of the furnace comply with the minimum operating conditions in Article 6 of the WID, are adequately monitored and controlled, and that safe operating conditions are ensured and emissions are minimised. • details of procedures developed during commissioning for achieving and demonstrating satisfactory process control.	Report to be submitted to the Agency within 4 months from the completion of the commissioning process, as defined by the Commissioning Plan.
IC2	The Operator shall prepare a written report that demonstrates that the Continuous Emission Monitors have been appropriately calibrated and their performance verified to BS EN 14181, for the release points and parameters as specified in Schedule 4 Table S4.1. The report shall include the measures undertaken and the results obtained, and be submitted in writing to the Environment Agency for approval.	Report to be submitted to the Agency within 3 months from the completion of the commissioning process, as defined by the Commissioning Plan.
IC3	The Operator shall undertake a study and produce a written report to verify that residence time, minimum temperature and oxygen content of the combustion gases in the furnace meet the WID requirements whilst operating under the anticipated most unfavourable operating conditions. The report shall be submitted in writing to the Environment Agency for approval.	Report to be submitted to the Agency within 3 months from the completion of the commissioning process, as defined by the Commissioning

Table S1.3 Improvement programme requirements

Reference	Requirement	Date
		ng Plan.
IC4	The operator shall prepare a written report detailing the relationship between combustion parameters (temperature, O_2 and flue gas flow rate) with CO and TOC concentrations that demonstrates how the combustion parameters can be used under abnormal operations to verify compliance with the emission limit values given in Schedule 4 table S4.1(a). The report shall be submitted to the Environment Agency for approval. The report findings shall be implemented by the operator from the date of approval in writing by the Agency.	Report to be submitted to the Agency within 4 months from the completion of the commissioning process, as defined by the Commissioning Plan.
IC5	The operator shall prepare a written report detailing the measures to be taken to ensure that under abnormal operating conditions relating to a failure of the particulate CEM, the emission limit value for particulate given in Schedule 4 Table S4.1(a) is complied with. The report shall be submitted to the Environment Agency for approval. The report findings shall be implemented by the operator from the date of approval in writing by the Agency.	Report to be submitted to the Agency within 4 months from the completion of the commissioning process, as defined by the Commissioning Plan.
IC6	The Operator shall submit a written proposal to the Environment Agency to carry out tests to determine the size distribution of the particulate matter in the exhaust gas emissions to air from emission point A1. The proposal shall include methods for identifying the fractions within the PM_{10}, $PM_{2.5}$ and $PM_{1.0}$ ranges and a timetable to carry out such tests and produce a written report on the results. On receipt of written approval by the Agency for the proposal and timetable, the Operator shall carry out the tests and submit a written report to the Agency that includes the results of the tests.	Proposals to be submitted to the Agency within 6 months of the completion of commissioning as defined by the commissioning Plan.
IC7	The Operator shall review the potential techniques for continuous measurements for heavy metals, PAH's, dioxins / furans and dioxin-like PCBs. The review should include cost, availability, accuracy and detection limits. A written report of the review shall be submitted to the Environment Agency.	Report to be submitted to the Agency within 12 months from the completion of the commissioning process, as defined

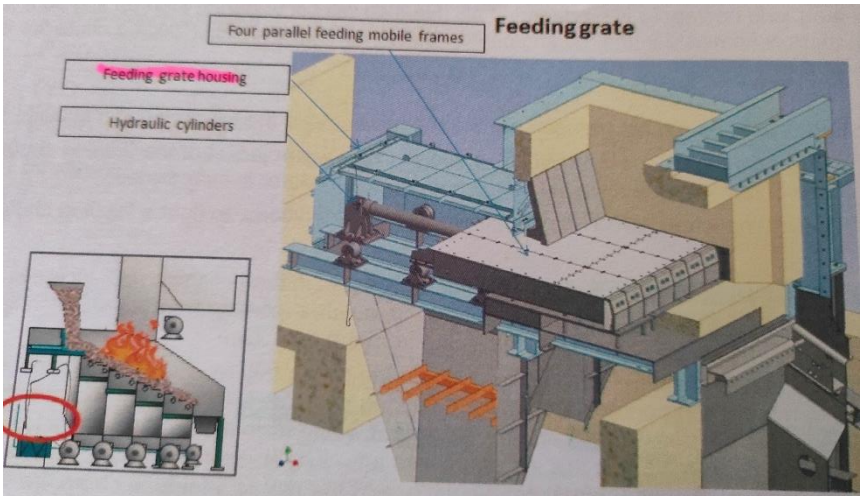
Εικόνα 7Δ *Απόσπασμα των περιβαλλοντικών όρων της ΑΕΠΟ*

Τα απόβλητα φθάνουν στην εγκατάσταση είτε μέσω σιδηροδρομικής, είτε θαλάσσιας είτε οδικής μεταφοράς και μεταφέρονται στην αίθουσα προς απόρριψη (Tipping hall) με οχήματα. Η θαλάσσια κα σιδηροδρομική μεταφορά είναι ιδιαίτερα αναταγωνιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ευρέως λόγω του ότι προσφέρουν τα πλεονεκτήματα μειωμένου κόστους. Σε συνέχεια τα απορρίμματα μεταφέρονται στην αίθουσα προς απόρριψη (Tipping hall) με οχήματα. Η αίθουσα απόρριψης (Tipping hall) είναι κλειστή με ρολά ασφαλείας (roller shutter doors) για την ελαχιστοποίηση των οχλήσεων ενώ ο αέρας από την δεξαμενή απόρριψης (waste bunker) αναρροφάται για την χρήση του στην διεργασία της καύσης με προθέρμανση. Η μεταφορά των αποβλήτων προς απόρριψη διέπεται από ένα αυτοματοποιημένο σύστημα διαχείρισης κυκλοφορίας όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 8Α.

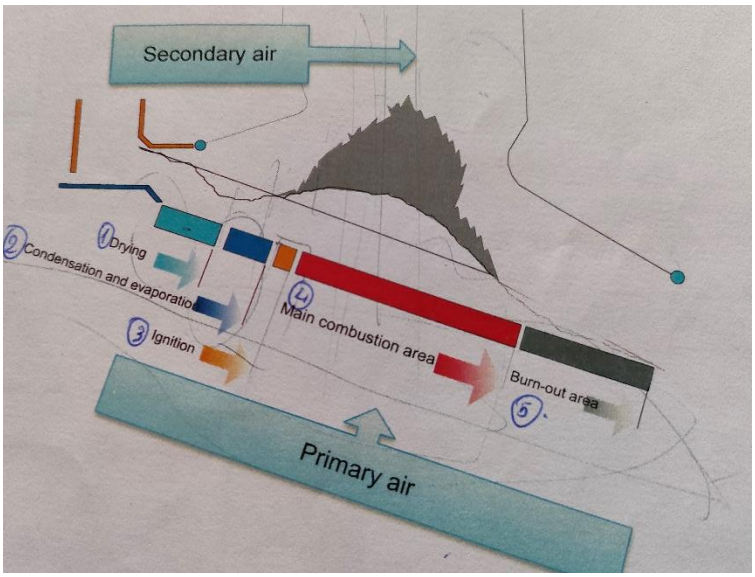
Τα απορρίμματα που απορρίπτονται, οδηγούνται σε δεξαμενή (waste bunker) και με την βοήθεια γερανών αφού αναμείξουν και ομογενοποίησουν τα απορρίμματα, τροφοδοτούν το καύσιμο μέσω χοανών (chutes) στην τράπεζα τροφοδοσίας (feeding table) και από εκεί στις εσχάρες του καυστήρα. Οι Εικόνες 8 Α έως ΣΤ απεικονίζουν διάφορα μέρη και στάδια της διαδικασίας επεξεργασίας αποβλήτων.

Οι γερανοί όπως και άλλα κρίσιμα μέρη του μηχανολογικού εξοπλισμού βρίσκονται σε περίσσεια, εφεδρεία και σε αναμονή για να εξασφαλίσουν την απρόσκοπτη λειτουργία σε περίπτωση βλάβης. Η Εικόνα 9 παρουσιάζει τη λειτουργία κύριας και βοηθητικής λειτουργίας του SNCR, η οποία αποτελεί κρίσιμη διεργασία απορρύπανσης των καυσαερίων του ατμολέβητα για τη μείωση των NOx.

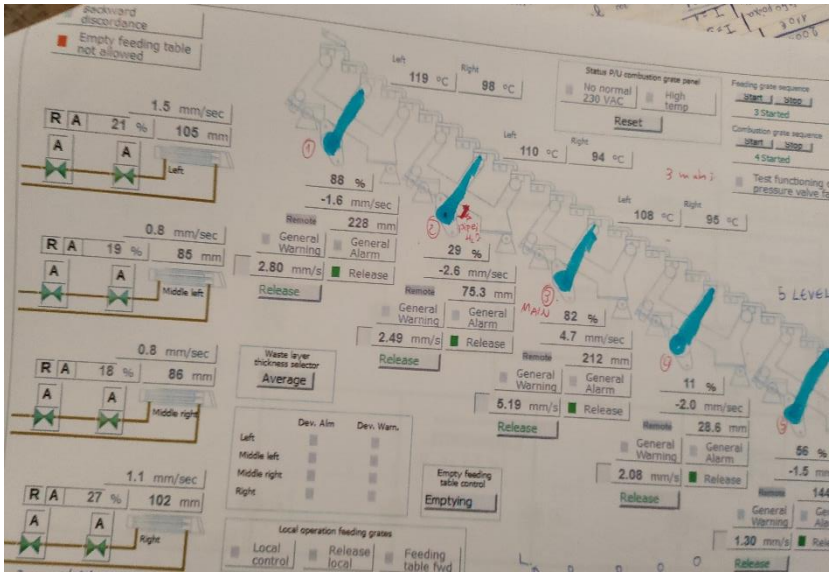
Εικόνα 8Α *Απεικόνιση της περιοχή απόρριψης απορριμμάτων (Tipping Hall) που λειτουργεί με αυτοματοποιημένο σύστημα διαχείρισης κυκλοφορίας (Traffic Management System) το οποίο είναι διασυνδεδεμένο με κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους εκφόρτωσης (unloading bays) με υπερυψωμένα κράσπεδα και γραμμές ώστε να αποφεύγονται κίνδυνοι. Η εκφόρτωση των απορριμμάτων υποβοηθείται από το αυτοματοποιημένο σύστημα κυκλοφορίας, το οποίο χρησιμοποιώντας κατάλληλες ενδείξεις, καθοδηγεί και κατευθύνει τα οχήματα ώστε να γνωρίζουν πότε και πού πρέπει να ξεφορτώσουν τα απορρίμματα*



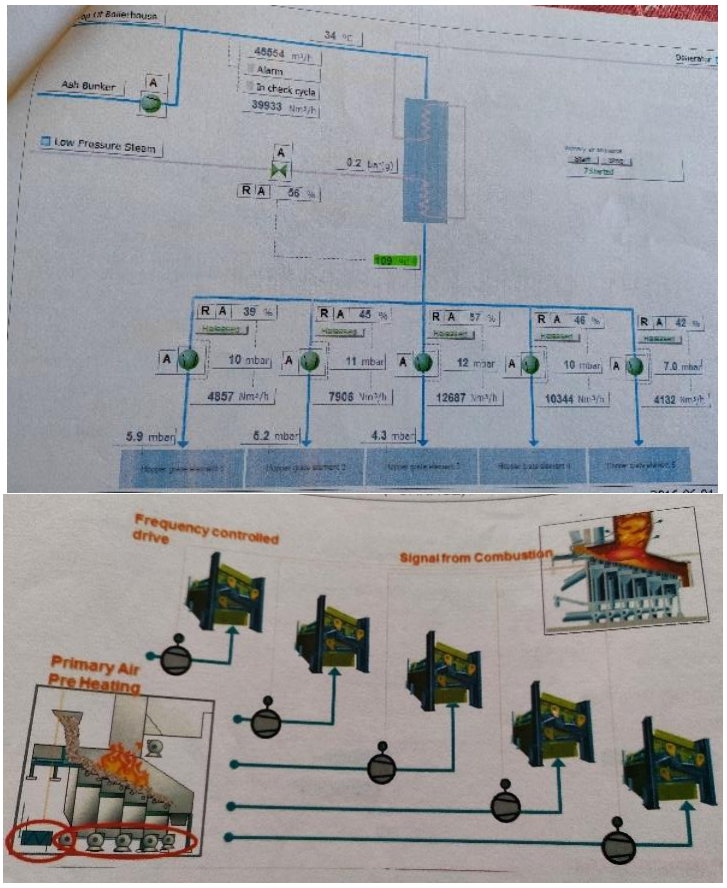
Εικόνα 8Β *Τράπεζα τροφοδοσίας*



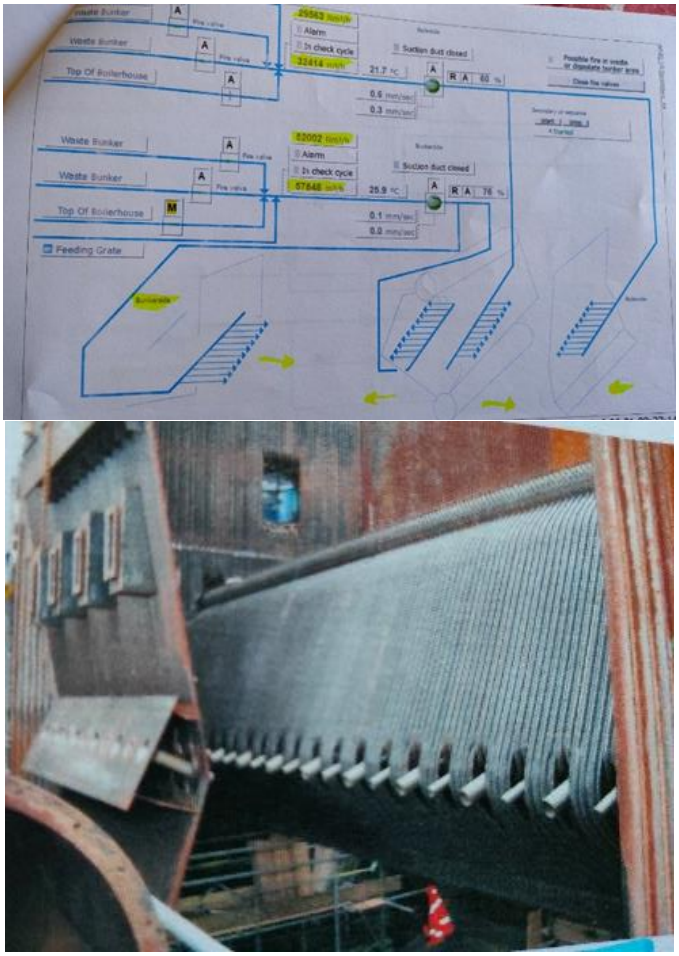
Εικόνα 8Γ *Η διεργασία καύσης σε διαφορετικές ζώνες, από την ξήρανση έως την απανθράκωση των απορριμμάτων*



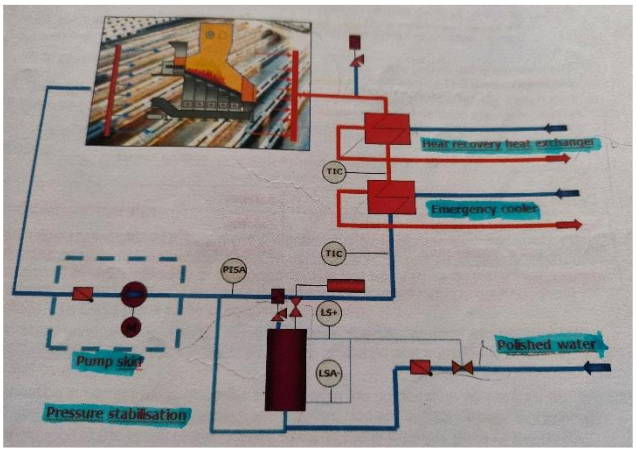
Εικόνα 8Δ *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS των κινούμενων εσχαρών*



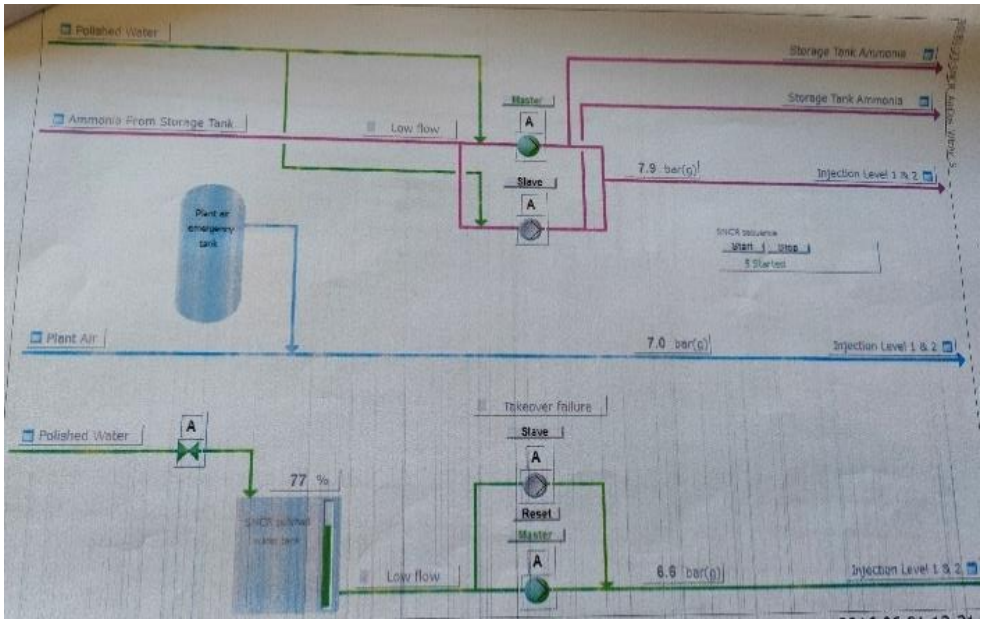
Εικόνα 8 Ε1 *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS της παροχής αέρα (Primary Air)*



Εικόνα 8 Ε2 *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS της παροχής αέρα (Secondary Air)πάνω από το πρίσμα για την αποφυγή ατελούς καύσης*

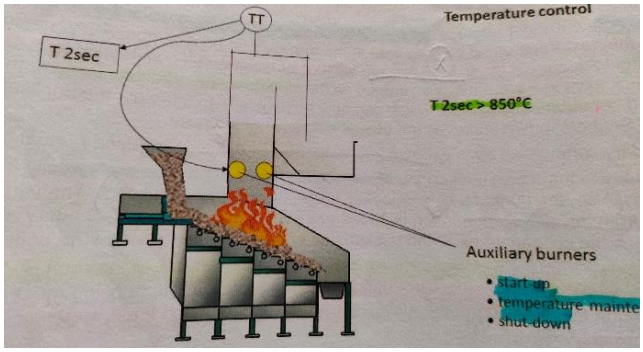


Εικόνα 8 ΣΤ *Σύστημα ψύξης κινούμενων εσχαρών*

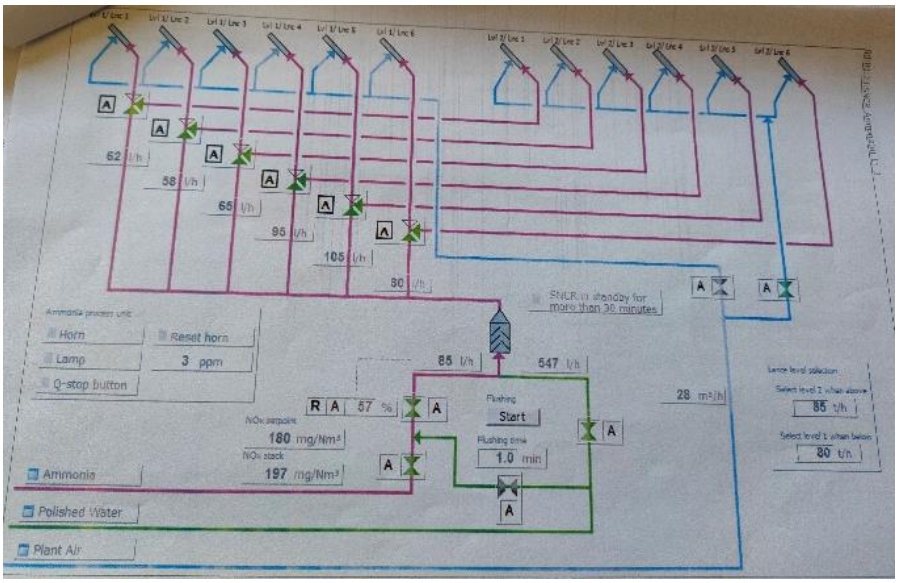


Εικόνα 9 *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που ελέγχει τη λειτουργία του μη καταλυτικού αντιδραστήρα συστήματος SNCR. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο διαθέτοντας τις απαραίτητες λειτουργίες εκείνες (Master and slave function) ώστε να εξασφαλίσουν την απρόσκοπτη λειτουργία του*

Για την ομαλή λειτουργία κατά το ξεκίνημα, σταμάτημα, δυσλειτουργία για την τήρηση του κανόνα των 850C για 2sec υπάρχουν οι βοηθητικοί καυστήρες (Auxiliary Burners). Η Εικόνα 10 δείχνει την τοποθεσία των βοηθητικών καυστήρων. Το καύσιμο στις εσχάρες με περιστροφικές κινήσεις που επιτρέπουν την ομογενοποίηση του, ξηραίνεται, καίγεται και αποτεφρώνεται σε συνθήκες τέλειας καύσης με προσθήκη προθερμανμένου αέρα κάτω από τις εσχάρες (Primary Air) και πάνω από το πρίσμα (Secondary/Tertiary Air) σε περίσσεια. Έτσι διασφαλίζεται η απώλεια μονοξειδίου του άνθρακα και η αποφυγή ρύπων διοξινών, φουρανίων. Με τη βοήθεια μη καταλυτικού αντιδραστήρα SNCR σε 2 επίπεδα με παροχή αμμωνίας ή ουρίας τα οξείδια του αζώτου NOx αδρανοποιούνται σε άζωτο στο κατάλληλο θερμοκρασιακό εύρος πριν το 1ο πέρασμα του ατμολέβητα. Οι Εικόνες 11 Α, Β και Γ παρουσιάζουν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος μη καταλυτικού αντιδραστήρα SNCR.

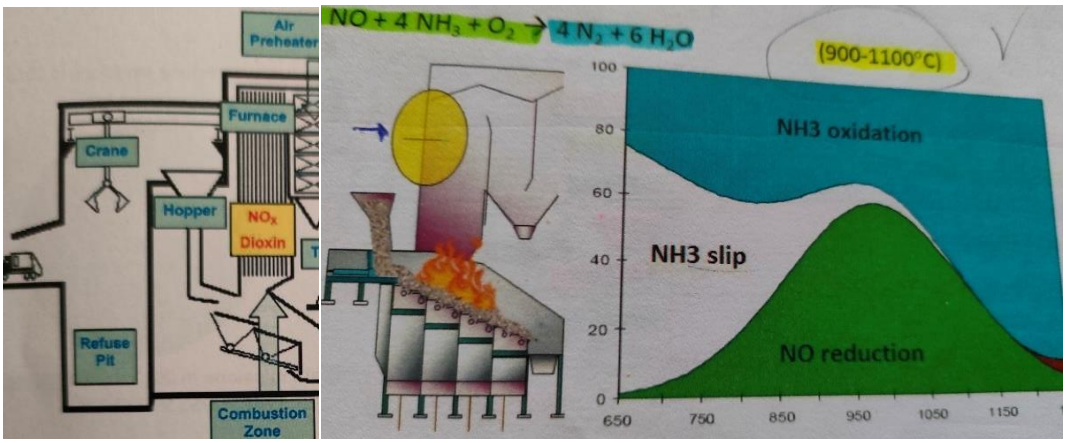


Εικόνα 10 *Τοποθεσία βοηθητικών καυστήρων (Auxiliary Burners)*



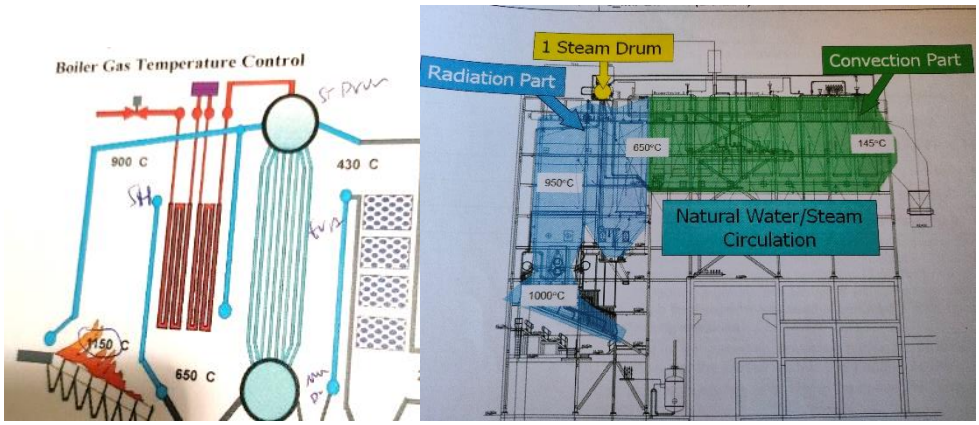
Εικόνα 11Α *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που απεικονίζει τον τρόπο τροφοδοσίας του μη καταλυτικού αντιδραστήρα SNCR στον ατμολέβητα*

Εικόνα 11Β *Σύστημα τροφοδοσίας στον ατμολέβητα του μη καταλυτικού αντιδραστήρα SNCR*

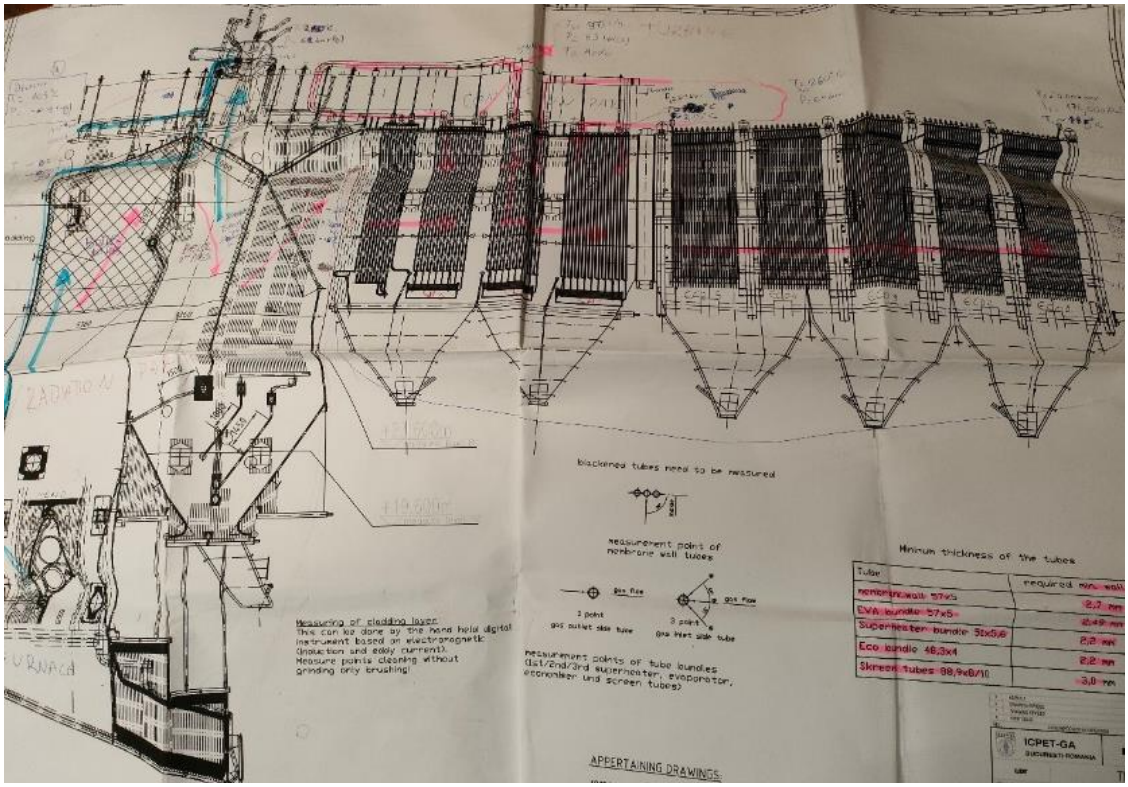


Εικόνα 11 Γ Εκπομπές *NOx στον ατμολέβητα***.** *Σύστημα μη καταλυτικού αντιδραστήρα SNCR που λειτουργεί στο κατάλληλο θερμοκρασιακό εύρος και με τη σωστή δοσολογία αμμωνίας, σε συνδυασμό με τις ενδείξεις του συστήματος παρακολούθησης εκπομπών CEMS*

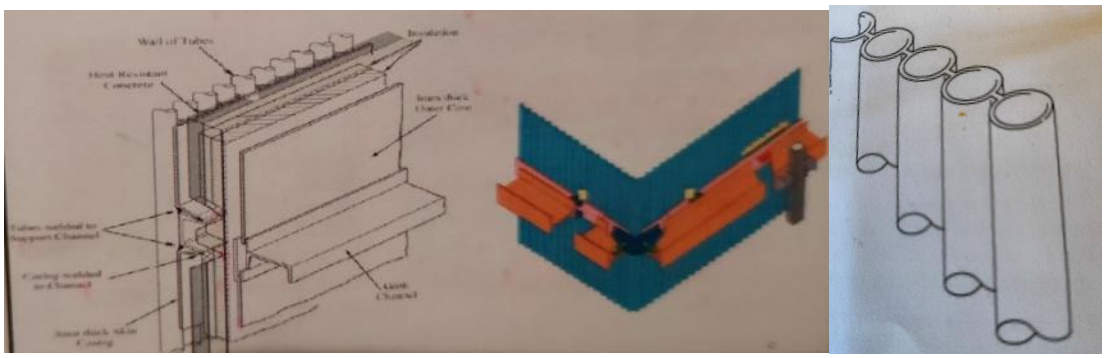
Ο ατμολέβητας (87MWt) είναι σχεδιασμένος με τέτοιο τρόπο ώστε με την εξαναγκασμένη κίνηση- ανεβοκατεβάσματα- του καυσαερίου, από το 1ο έως 3ο άδειο πέρασμα, να αποβάλλει τα βαρύτερα σωματίδια επικαθίσεων ιπτάμενης τέφρας και να κατεβάζει τη θερμοκρασία ώστε αυτή να φτάνει στην κατάλληλη θερμοκρασία για την προστασία των εναλλακτών. Στο 4ο πέρασμα στους εναλλάκτες θερμότητας (Evaporator/ Superheater) το καυσαέριο ανταλλάσσει θερμότητα με τα τοιχώματα των εναλλακτών. Ο διαχωρισμός νερού και ατμού γίνεται μέσα στο θερμοδοχείο (Boiler Drum) όπου κατά το ήμισυ έχει νερό και ατμό. Το σύστημα του ατμολέβητα είναι κλειστό και υπάρχει συνεχομένη ανακυκλοφορία νερού. Η στρατσώνα του ατμολέβητα που περιέχει προσμίξεις και διαλυτά στερεά αποβάλλεται από κατάλληλη διάταξη (Blow Down valve) και νέο απιονισμένο νερό (Demineralised water) εισέρχεται στον ατμολέβητα. Το νερό της στρατσώνας επαναχρησιμοποιείται εν μέρη για την ψύξη της στάχτης. Οι Εικόνες 12 Α έως Δ παρουσιάζουν τα κύρια μέρη του ατμολέβητα και τις βασικές λειτουργίες τους. Η Εικόνα 13 παρουσιάζει το σύστημα μεταφοράς τέφρας με ταινιόδρομο.



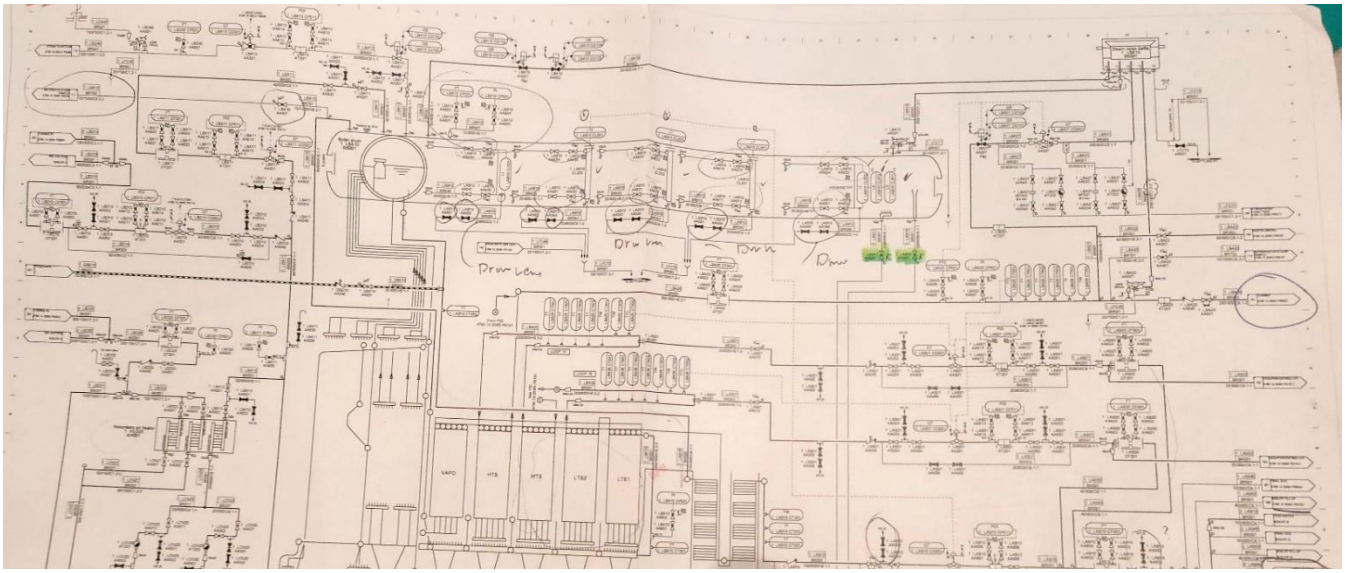
Εικόνα 12 Α *Ενδεικτικές θερμοκρασίες λειτουργίας εντός του ατμολέβητα*

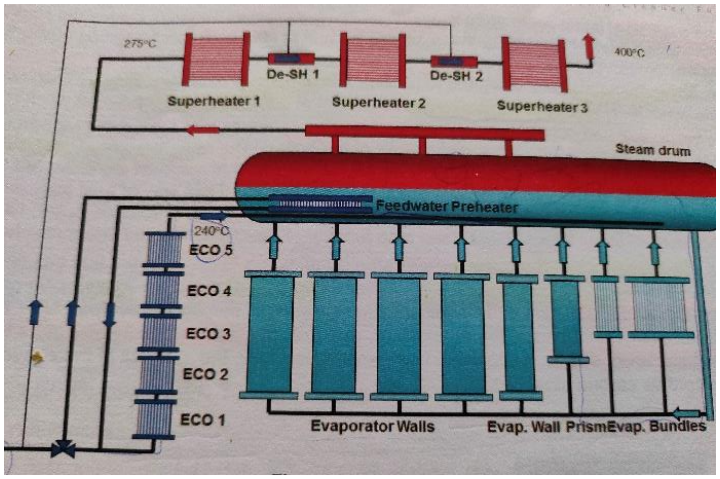


Εικόνα 12 Β *Κύρια μέρη και τμήματα του ατμολέβητα*

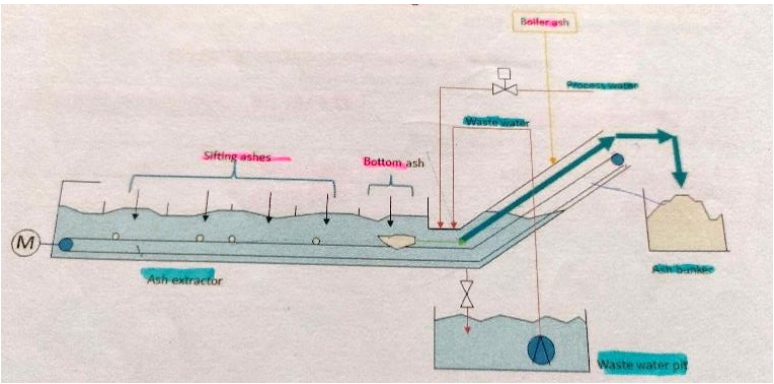


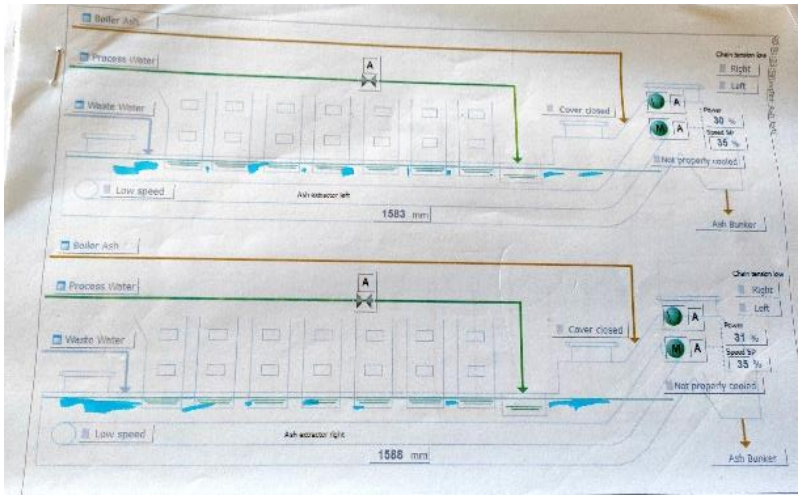
Εικόνα 12 Γ *Τμήματα σωληνώσεων τοιχίων του ατμολέβητα*





Εικόνα 12 Δ *Διαχωρισμός ατμού του λέβητα στο θερμοδοχείο (boiler drum) που τροφοδοτείται σε Υπερθερμαντήρες (Superheaters) με την σωστή τοποθέτηση εναλλακτών και τη χρήση διατάξεων που κατεβάζουν τη θερμοκρασία (attemperators) και οδηγούν στις ιδανικές συνθήκες τον υπέρθερμο ατμό στην Τουρμπίνα*

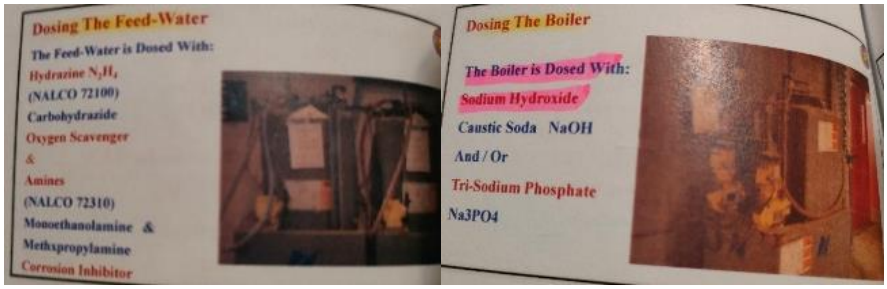




Εικόνα 13 *Σύστημα μεταφοράς τέφρας*

Η ποιότητα του νερού παρακολουθείται συνεχώς στα διάφορα στάδια, με σταθμούς δειγματοληψίας, ώστε να έχει την κατάλληλη ποιότητα πχ να είναι απαλλαγμένη από άλατα, να διαθέτει κατάλληλη αγωγιμότητα, pH, να μην έχει αέρια που προκαλούν διάβρωση όπως το O2. Η επεξεργασία του γίνεται σε διάφορα στάδια λειτουργίας και με τη χρήση μιας σειράς μέσων όπως φίλτρα ενεργού άνθρακα, ιοντοανταλλακτικές ρητίνες (mixed bed resins), με τροφοδοσία χημικών όπως αμμωνίας (NH_3), Na_3PO_4 και τη χρήση απαεριωτή (deaerator) για τον διαχωρισμό των διαλυμένων αερίων. Οι Εικόνες 14 Α έως Γ απεικονίζουν κύριες τεχνολογίες καθαρισμού του νερού.

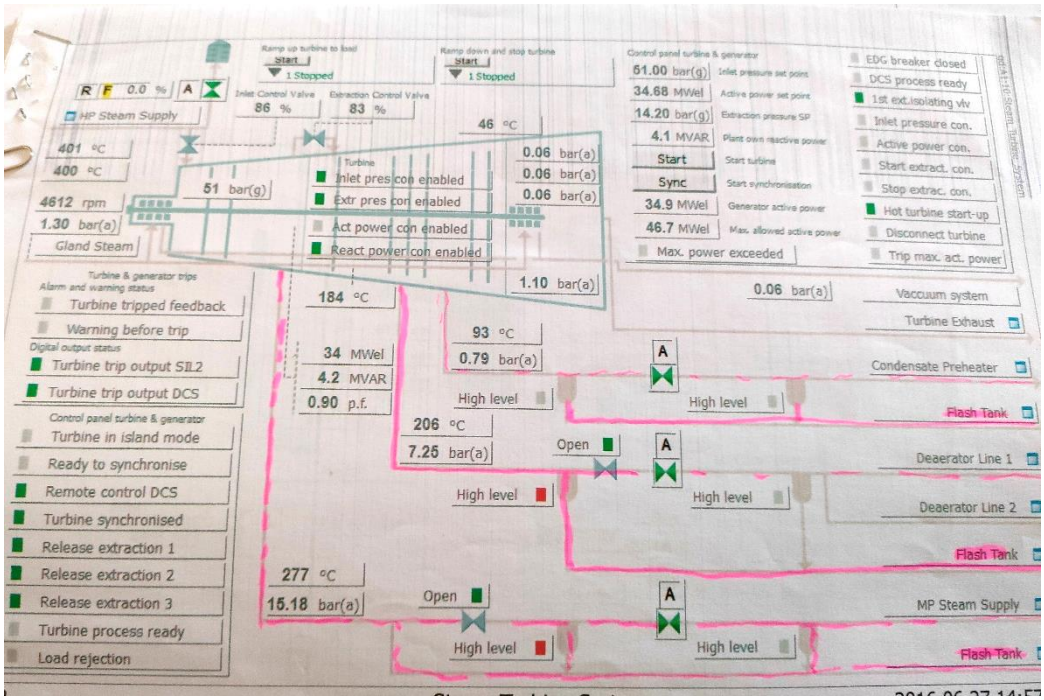
Εικόνα 14Α *Τεχνολογίες επεξεργασίας νερού*



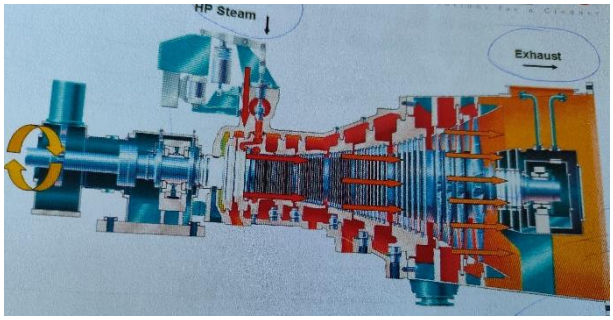
Εικόνα 14Β *Χημική επεξεργασία νερού*

Εικόνα 14Γ *Απομάκρυνση διαλυμένων αερίων με τη χρήση απαεριωτή (dearator) όπως O_2*

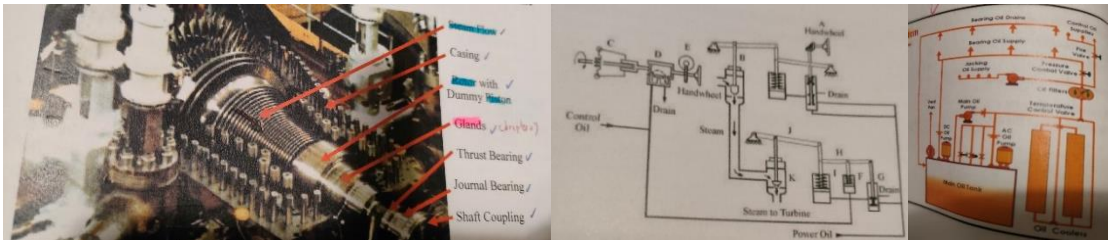
Ο υπέρθερμος ατμός, παραγωγής περίπου 100 t/hr ατμού από κάθε ατμολέβητα από τους 2 ατμολέβητες οδηγείται σε συνθήκες βέλτιστης λειτουργίας (52 bar, 400C) στην Τουρμπίνα. Ο υπέρθερμος ατμός στην τουρμπίνα εκτονώνεται και παράγει ηλεκτρική ενέργεια περίπου 25% του συνολικού θερμικού φορτίου σε μονάδες ΣΗΘ, ενώ μεγάλο μέρος του υπόλοιπου φορτίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για χρήση σε παρακείμενες εγκαταστάσεις με μεταφορά ατμού με σωλήνες, είτε για τηλεθέρμανση σε δίκτυα θέρμανσης, καθώς και για να καλύψει τις ανάγκες εσωτερικής λειτουργίας του εργοστασίου. Οι Εικόνες 15 Α έως Γ απεικονίζουν βασικά μέρη της Τουρμπίνας και τρόπους λειτουργίας της.



Εικόνα 15Α *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που απεικονίζει την Τουρμπίνα. Ο ατμός εκτονώνεται και από την εξαναγκασμένη κίνηση του άξονα περιστρέφεται η ηλεκτρογεννήτρια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο κάτω μέρος είναι εξαγωγές ατμού όπως του ατμού μέσης πίεσης (65 tonnes/hr, MP 16bar, 236 C)*

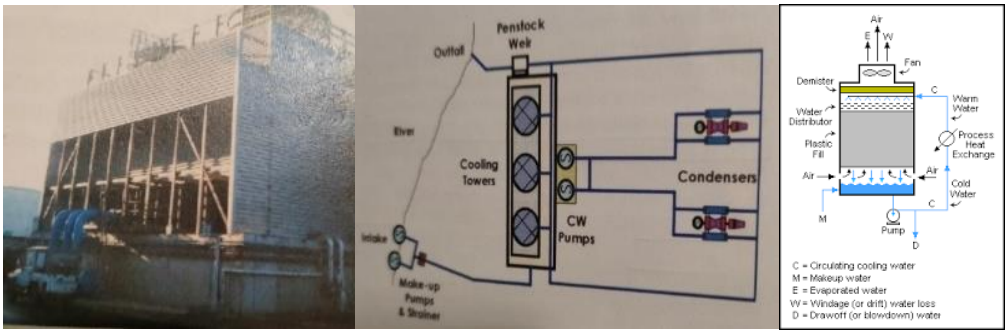


Εικόνα 15 Β *Εκτόνωση του ατμού στην Τουρμπίνα*

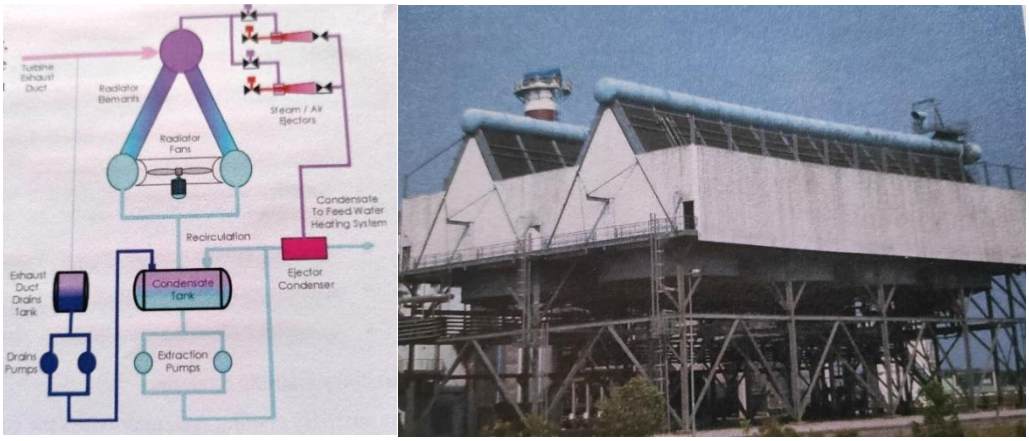


Εικόνα 15 Γ *Κύρια μέρη της Τουρμπίνας*

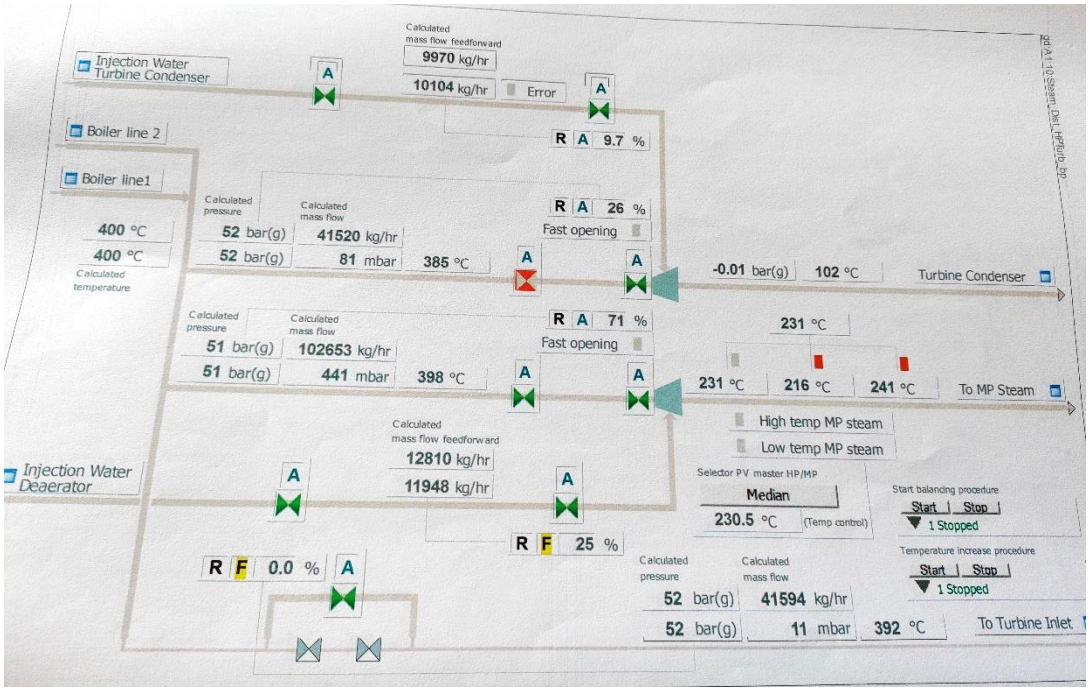
Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μέσω ασφαλιστικών διατάξεων ο ατμός οδηγείται σε ψύξη του. Ο ατμός χρησιμοποιεί διατάξεις και συστήματα ψύξης όπως είναι ο πύργος ψύξης. Το συμπύκνωμα ατμού (condensate), σε συνέχεια επεξεργάζεται και επιστρέφει πάλι στο σύστημα τροφοδοσίας. Το όλο σύστημα καυστήρα-ατμολέβητα-συστήματος ψύξης λειτουργεί με συστήματα ενεργειακής εξοικονόμησης με χρήση ανακυκλοφορίας του ατμού. Οι Εικόνες 16 Α και Β απεικονίζουν τεχνολογίες και βασικές αρχές συστημάτων ψύξης του ατμού. Η Εικόνα 17Α δείχνει τους τρόπους εξαγωγής ατμού ενώ η Εικόνα 17Β παρουσιάζει τον κύκλο ψύξης του.



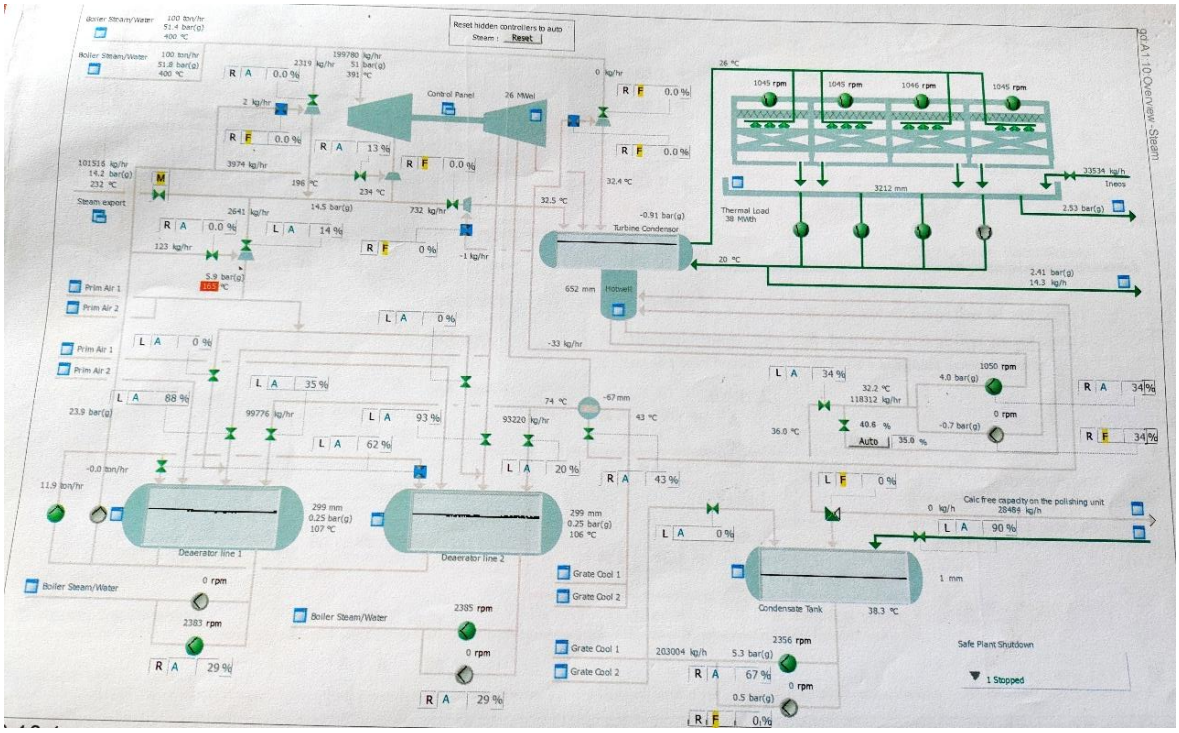
Εικόνα 16Α *Αρχή λειτουργίας του Πύργου Ψύξης (Cooling Tower)*

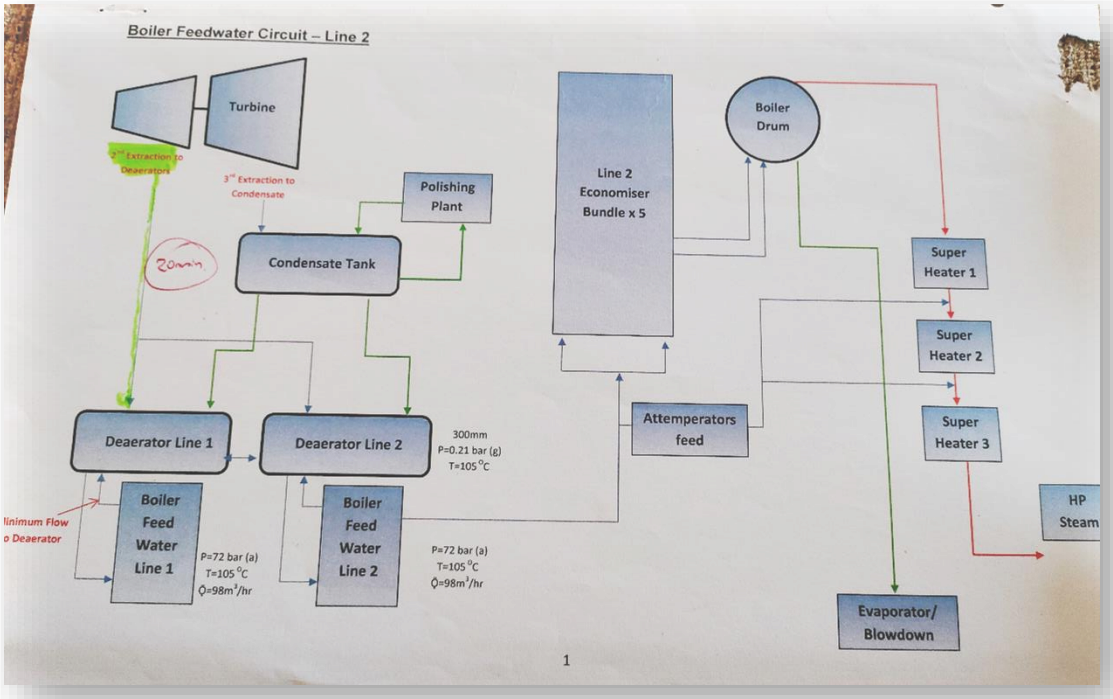


Εικόνα 16B *Αρχή λειτουργίας ψύξης του συμπυκνωτή με αέρα (Air Cool Condenser)*



Εικόνα 17A *Τρόποι εξαγωγής του ατμού*



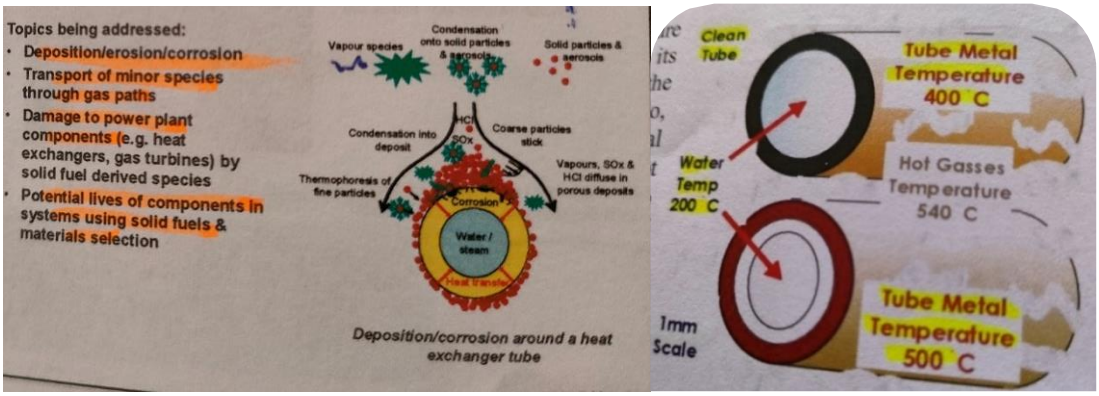


Εικόνα 17Β *Τα κύρια μέρη της διεργασίας του κύκλου του ατμού*

Λόγω των πολύ υψηλών θερμοκρασιών, του όξινου περιβάλλοντος από τα καυσαέρια και των επικαθήσεων της τέφρας στους εναλλάκτες, έχουν ως αποτέλεσμα την διάβρωση των εναλλακτών. Ένας

άλλος μηχανισμός που προκαλεί προβλήματα διάβρωσης είναι ο μη αποτελεσματικός έλεγχος της ποιότητας του απιονισμένου νερου. Οι Εικόνες 18Α έως Γ υποδεικνύουν τους μηχανισμούς που προκαλούν αστοχίες των εναλλακτών του ατμολέβητα και τις σχετικές επιπτώσεις τους.

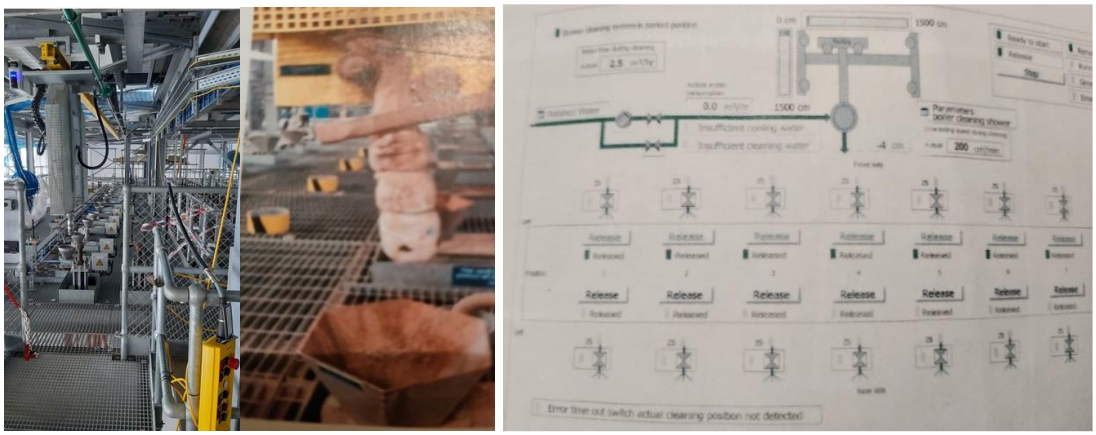
Στην αποτελεσματική αντιμετώπιση του προβλήματος συνδράμουν, η συνεχής παρακολούθηση και καθαρισμός του ατμολέβητα, με διάφορα μέσα υδροδυναμικού καθαρισμού shower cleaning στο 2°/3° πέρασμα, ή μηχανικού καθαρισμού rapping system στους εναλλάκτες. Οι Εικόνες 19Α έως Γ παρουσιάζουν τους τρόπους καθαρισμού του ατμολέβητα.



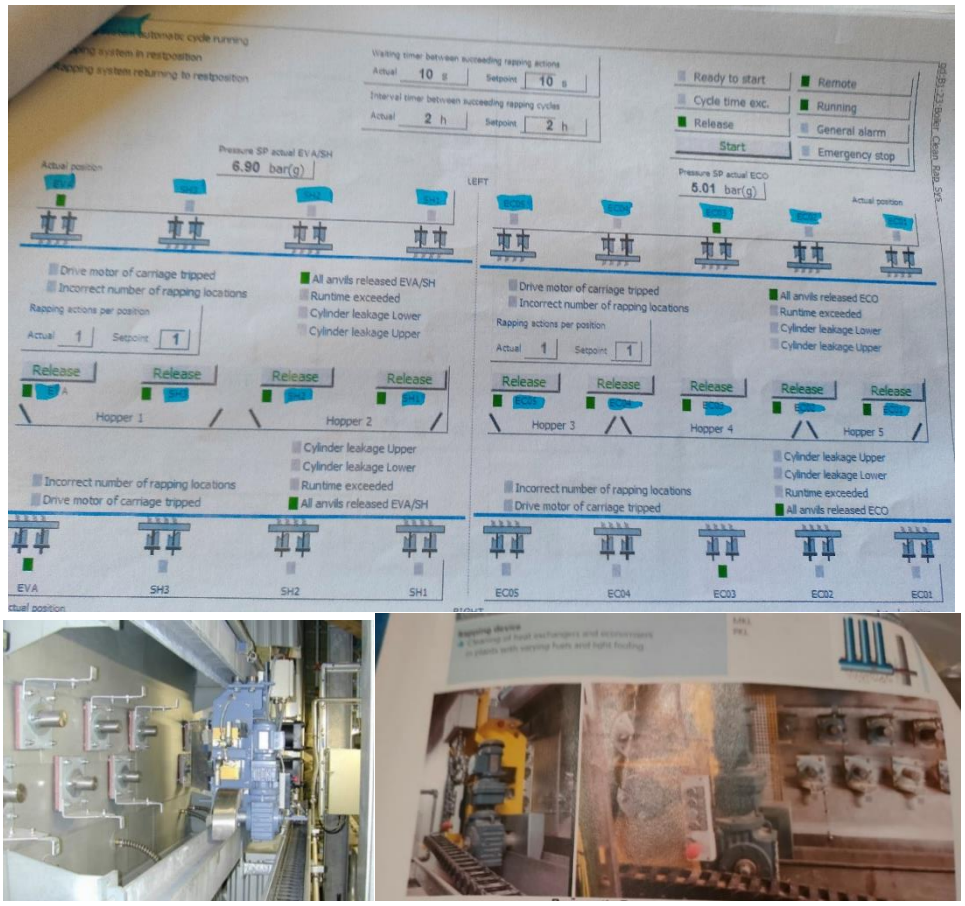
Εικόνα18Α *Βασικές αιτίες των αστοχιών των εναλλακτών του λέβητα, συμπεριλαμβανομένων των εναποθέσεων που σχηματίζονται γύρω από το σωλήνα του εναλλάκτη θερμότητας, καθώς και αλάτων και επικαθήσεων που σχηματίζονται μέσα στους εναλλάκτες θερμότητας από τον μη αποτελεσματικό καθαρισμό του νερού που διατρέχει τους εναλλάκτες, προκαλλώντας έτσι προβλήματα διάβρωσης του εναλλάκτη και άλλων μερών, μέσω και της μεταφοράς του ατμού*

Εικόνα 18Β *Μορφές διάβρωσης εναλλακτών, απώλεια πάχους, διάτρησεις και ρωγμές*

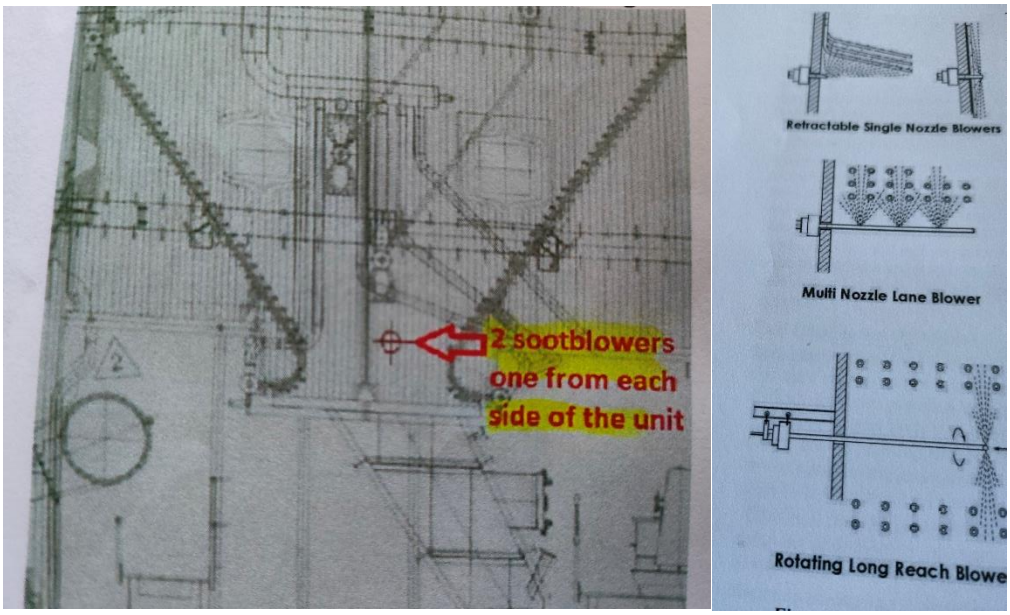
Εικόνα 18 Γ *Εμφάξεις στο 2ο και 3ο πέρασμα του ατμολέβητα*



Εικόνα 19Α *Υδροδυναμικός καθαρισμός shower cleaning στο 2ο και 3ο πέρασμα του ατμολέβητα*



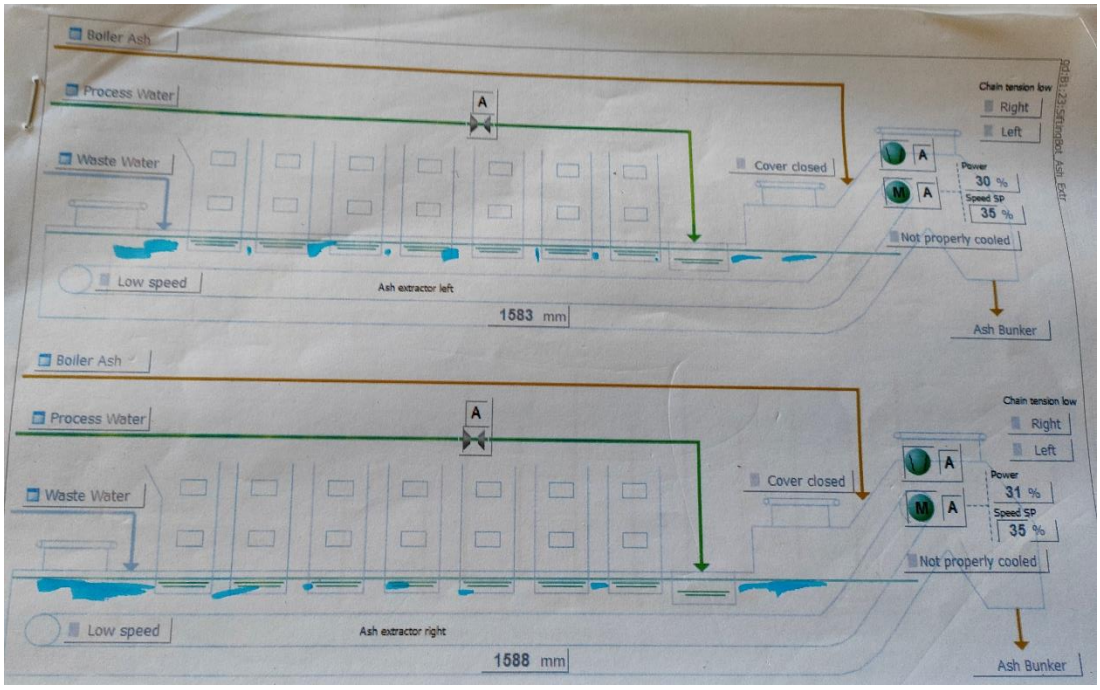
Εικόνα 19Β *Μηχανικός καθαρισμός rapping system των εναλλακτών του ατμολέβητα*



Εικόνα 19 Γ *Καθαρισμός με χρήση συστήματος Sootblower*

Οι επικαθήσεις τέφρας καταλήγουν μέσα από κλειστό κύκλωμα το οποίο διαθέτει τις κατάλληλες διατάξεις (double flap valves/ rotary valves) στον ταινιόδρομο (ash extractor) και συναντώνται με τη στάχτη στο κάτω μέρος του καυστήρα και από εκεί στον χώρο αποθήκευσης στάχτης (Incinerator Bottom Ash storage bunker). Η τέφρα αντιπροσωπεύει περίπου το 20 έως 25% του συνολικού φορτίου

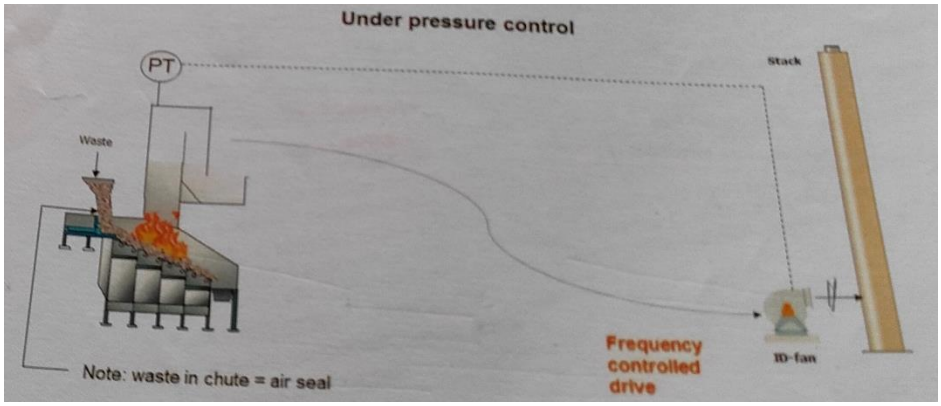
επεξεργασίας απορριμμάτων. Η διάθεση της τέφρας υπόκειται σε τακτική εργαστηριακή παρακολούθηση. Η Εικόνα 20 δείχνει πώς η τέφρα μεταφέρεται από τους ταινιοδρόμους μεταφοράς στον αποθηκευτικό χώρο τέφρας. Από εκεί με τη χρήση κατάλληλων γερανών η τέφρα φορτώνεται σε κλειστό χώρο σε φορτηγά οχήματα τα οποία εξέρχονται καλυμμένα για την αποφυγή διασποράς σκόνης.



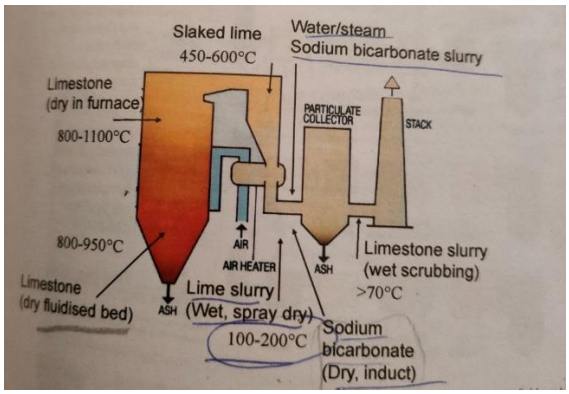
Εικόνα 20 *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που απεικονίζει τον τρόπο με τον οποίο η τέφρα μεταφέρεται στον ταινιόδρομο μεταφοράς τέφρας (ash extractor) και από εκεί στον αποθηκευτικό χώρο τέφρας (ash bunker).*

Τα καυσαέρια μετά την έξοδο από τον οικονομητή (Economiser) που παραλαμβάνει τη θερμότητα του καυσαερίου για να θερμάνει το νερό στην κατάλληλη θερμοκρασία εξόδου, οδηγούνται σε σύστημα ελέγχου καθαρισμού καυσαερίων (Flue Gas Treatment(FGT)) με τη βοήθεια του απαγωγέα (ID Fan) υπό ελαφρά χαμηλή αρνητική πίεση. Το σύστημα ελέγχου καθαρισμού καυσαερίων (FGT) είναι κατάλληλα μονωμένο (lagging) και διαθέτει συστήματα ηλεκτρικής θέρμανσης (trace heating) ώστε να διατηρεί κατά μήκος την κατάλληλη θερμοκρασία. Το σύστημα αποτελείται ανά γραμμή από 2 πλυντρίδες (venturi scrubbers) με 2 σιλό ασβέστη και 1 ενεργού άνθρακα σε δυο στάδια και σακοφίλτρων με σύστημα πεπιεσμένου αέρα καθαρισμού και κοχλία για την απόμακρυνση σκόνης και ιπτάμενης τέφρας. Στις πλυντρίδες παρουσία υδρασβέστου που ανακυκλοφορείται και επαναχρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση των όξινων αερίων HCl, HF, SOx καθώς και ενεργού άνθρακα που χρησιμοποιείται κύρια για την μείωση σε διοξίνες, φουράνια που μπορεί να επανασχηματιστούν από την ψύξη τους όπως στο τμήμα του Οικονομητή (Economiser) (φαινόμενο de Novo Synthesis) αλλά και άλλων ρύπων συμπεριλαμβανομένων των βαρέων μετάλλων πχ υδραργύρου.

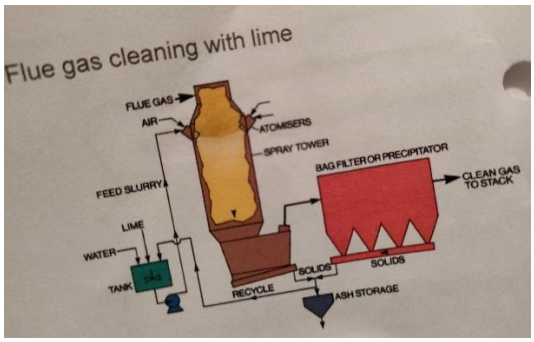
Τα καθαρισμένα καυσαέρια παρακολουθούνται από το σύστημα παρακολούθησης ρύπων CEMS και απομακρύνεται από την καμινάδα. Η διάθεση της ιπτάμενης τέφρας (Air Pollution Control residue (APCr)) παρακολουθείται εργαστηριακά καθώς περιέχει επικίνδυνες τοξικές ενώσεις και απομακρύνεται με κλειστά τύπου οχήματα από αδειοδοτημένους συλλέκτες σε αδειοδοτημένες μονάδες. Το κλάσμα ιπτάμενης τέφρας (APCr) αντιπροσωπεύει περίπου το 3% του συνόλου των διαχειριζόμενων απορριμμάτων. Η Εικόνα 21 επισημαίνει τον τρόπο λειτουργίας του απαγωγέα (Induced Draught (ID) fan) υπό συνθήκες ελαφράς αρνητικής πίεσης για την εξαγωγή καυσαερίων, ενώ η Εικόνα 22 τις διάφορες επιλογές για την εξουδετέρωση των εκπομπών όξινων ρύπων με χρήση αλκαλικών χημικών. Οι Εικόνες 23 Α έως ΣΤ απεικονίζουν τα κύρια μέρη του συστήματος καθαρισμού ρύπων (FGT) και τις λειτουργίες του.



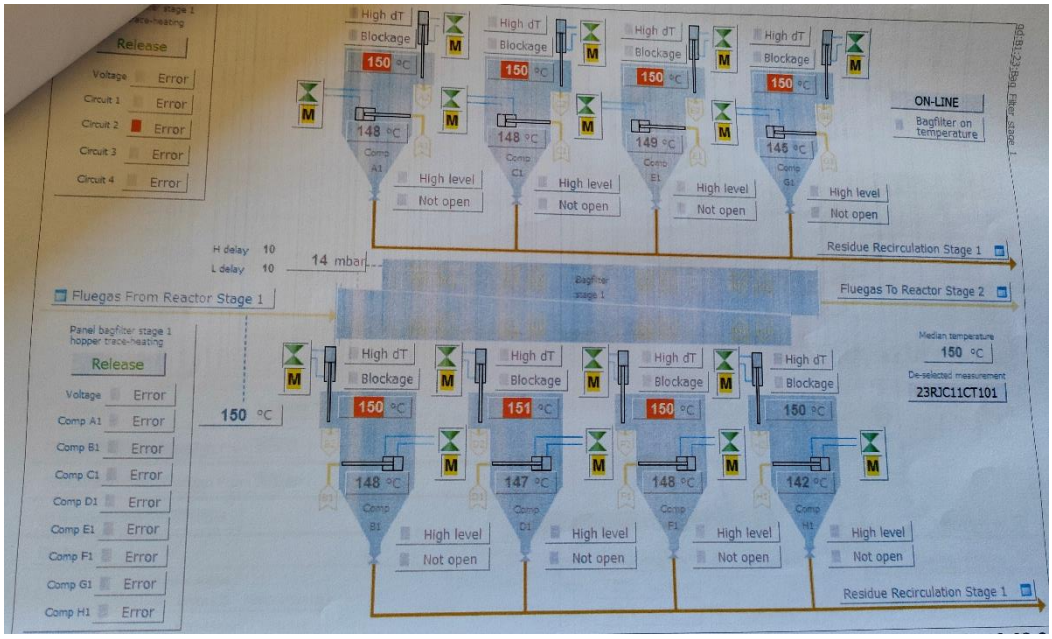
Εικόνα 21 *Ο απαγωγέας ID Fan λειτουργεί υπό ελαφρά αρνητική πίεση για την εξαγωγή καυσαερίων*



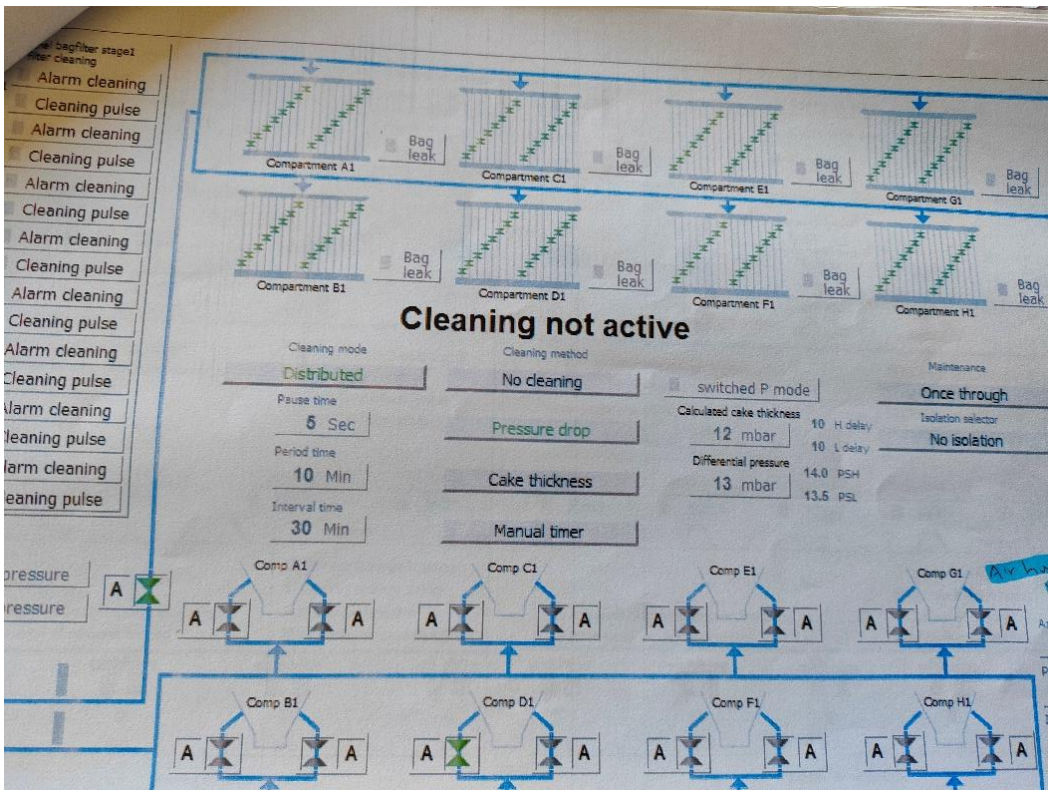
Εικόνα 22 *Διαφορετικές επιλογές για την αντιμετώπιση των όξινων αερίων ρύπων*

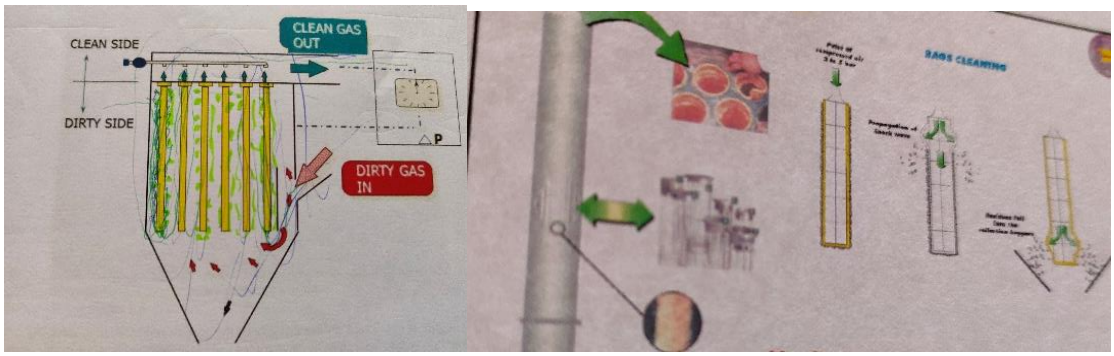


Εικόνα 23Α *Ο ασβέστης ανακυκλοφορεί και ανακυκλώνεται στις πλυντρίδες (venturi Scrubber) 2 σταδίων*

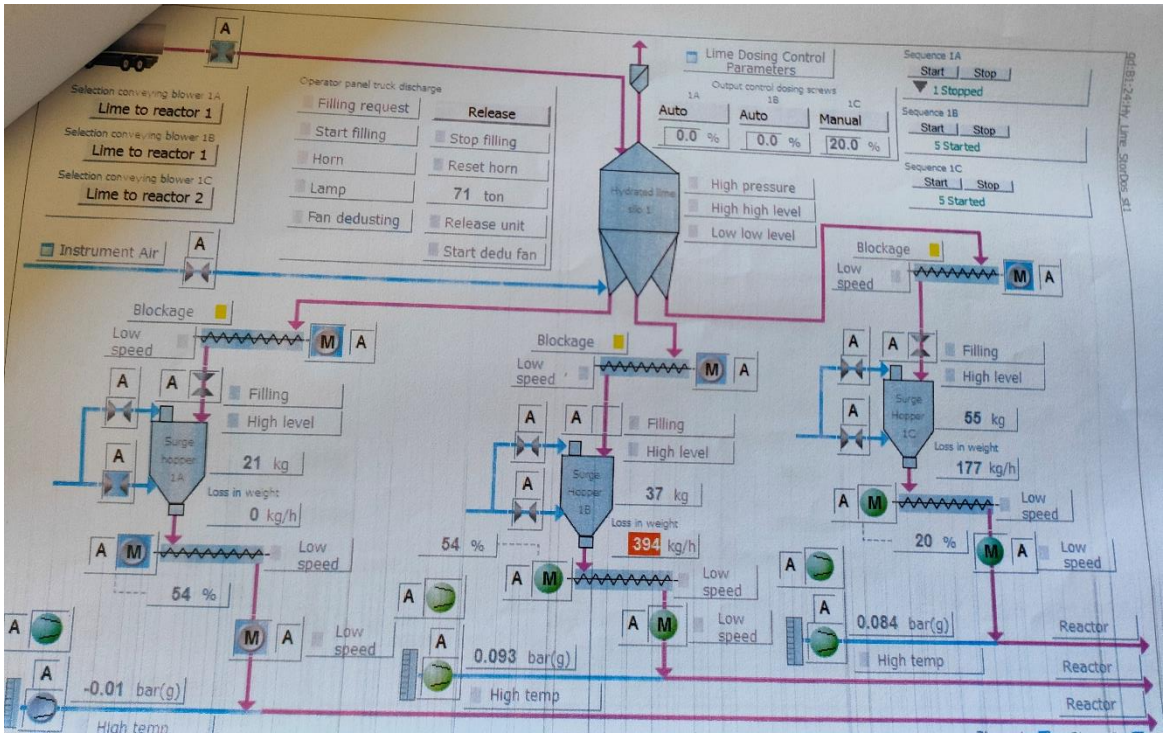


Εικόνα 23 Β *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που απεικονίζει τη λειτουργία των σακοφίλτρων (Bag filters)*

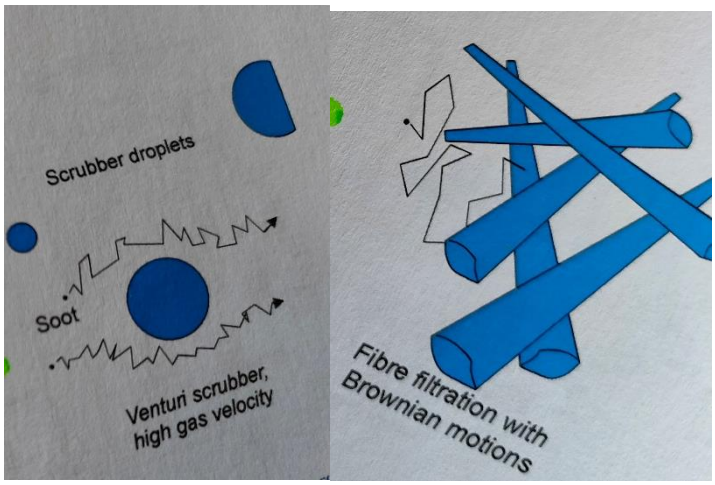




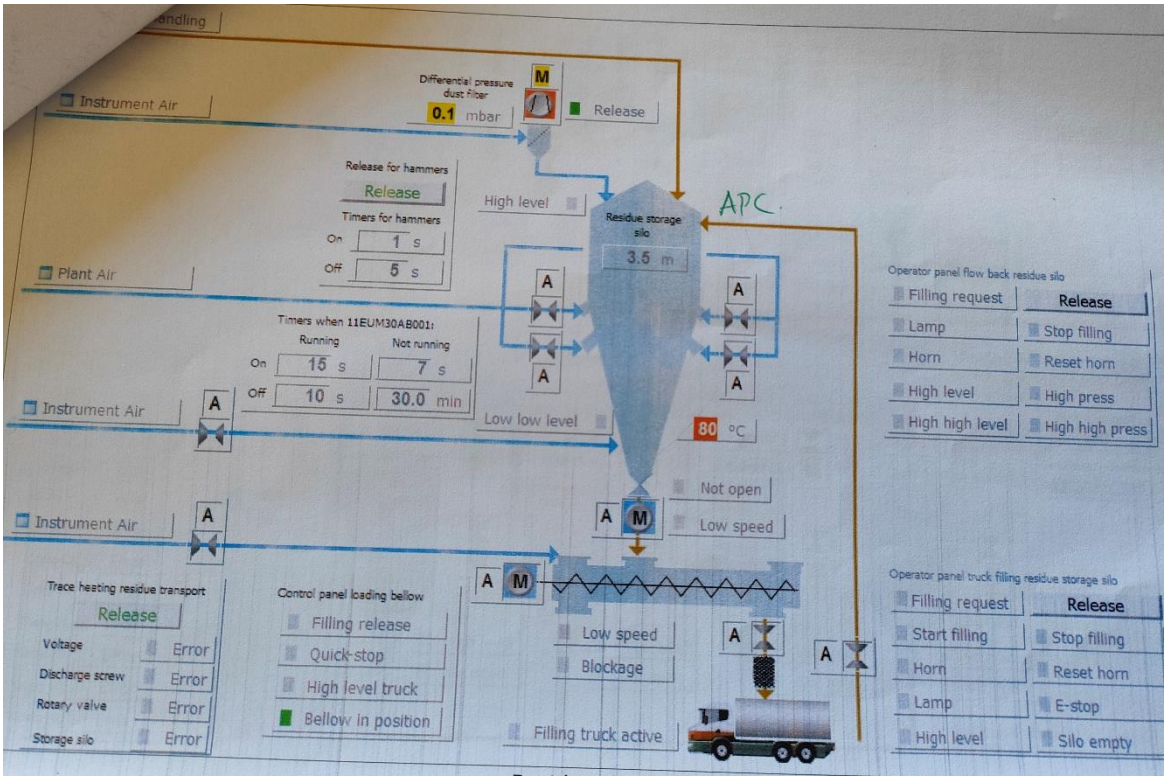
Εικόνα 23 Γ *Ο καθαρισμός φίλτρων ανιχνεύεται από τη διαφορά πίεσης και γίνεται με χρήση πεπιεσμένου αέρα*



Εικόνα 23 Δ *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που απεικονίζει τη διεργασία τροφοδοσίας υδρασβέστου στις πλυντρίδες (venturi Scrubber)*



Εικόνα 23 Ε *Αφαίρεση σωματιδιακών ρύπων με τη χρήση συστήματος πλυντρίδων (venturi Scrubber) και σακοφίλτρων (Bag Filters)*



Εικόνα 23ΣΤ *Μέρος του αυτοματοποιημένου συστήματος DCS που απεικονίζει το φόρτωμα της ιπτάμενης τέφρας (APCr) από το σιλό σε κλειστού τύπου οχήματα*