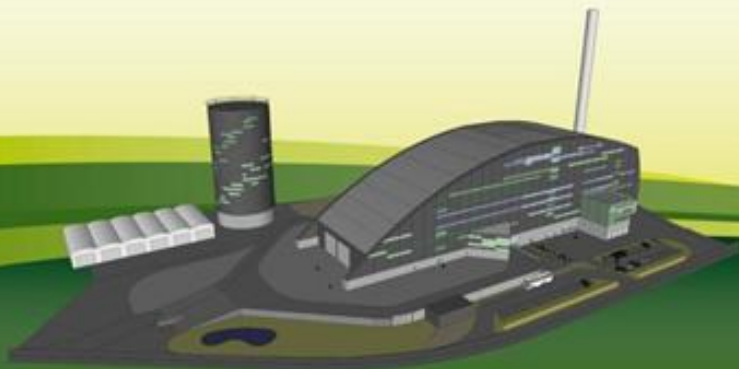
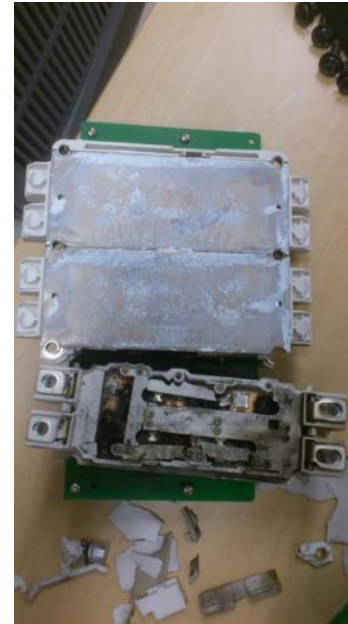


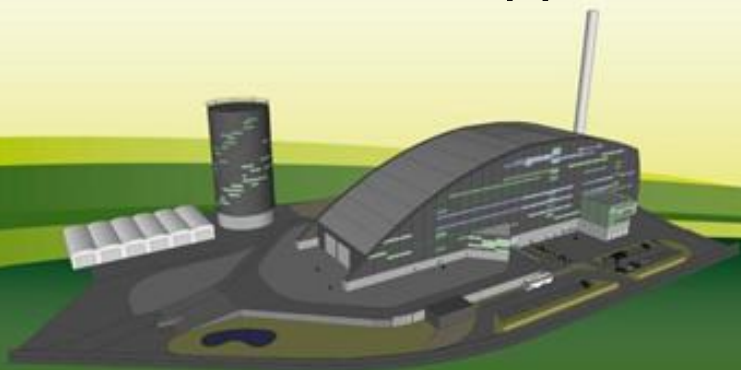
Filborna KVV1 Turbinhaveri 2013-06-26

Jesper Baaring/Pontus Melin



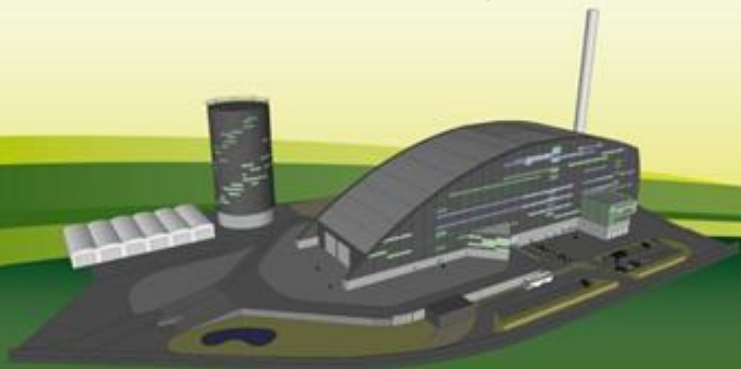
UPS-filosofi (avbrottsfri kraft)

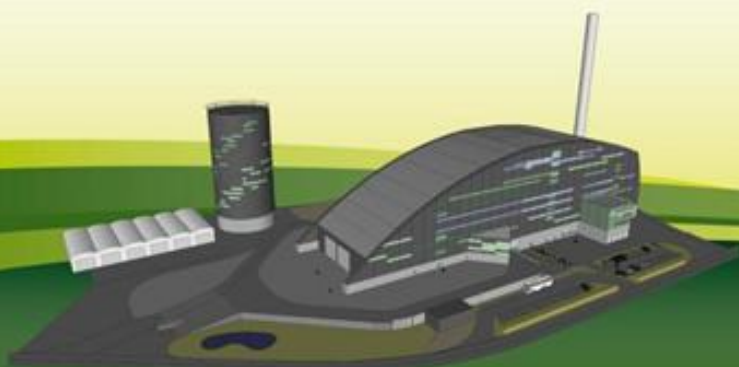
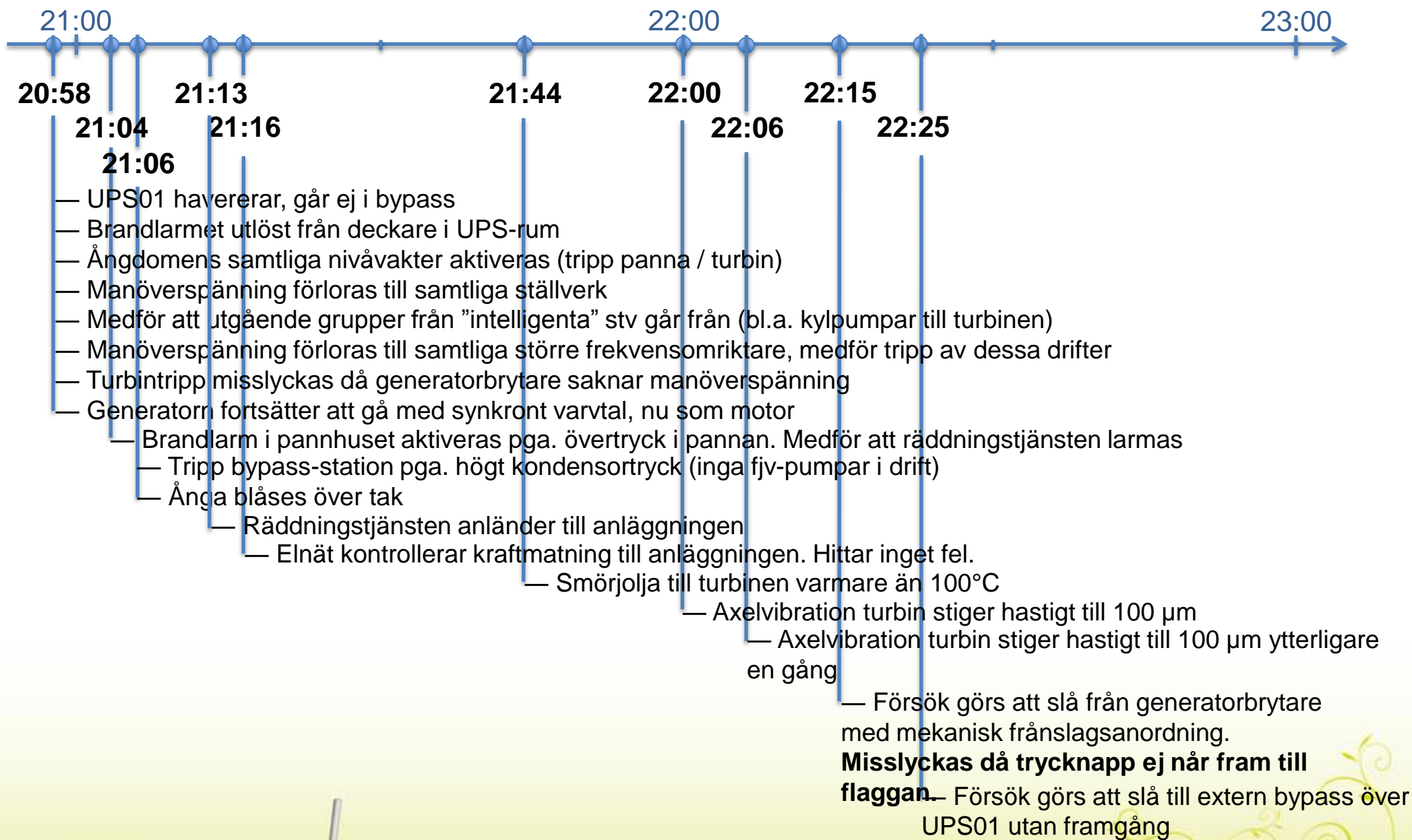
- I elkraftsystemet finns tre stycken UPS-enheter med tillhörande batterisystem
- Nr ett och två är till för anläggningens olika objekt som anses driftkritiska och behöver avbrottsfri kraft. Respektive UPS matar olika processdelar.
- Nr tre är till för turbinens nödoljesystem.
- Nr ett och två dimensionerades för att kunna ta hela anläggningens behov av avbrottsfri kraft. Omkopplingsmöjlighet finns för att t.ex. vid service på en UPS-enhet kunna sammankoppla all last till annan UPS enhet.



UPS-funktion

- UPS-enheterna betraktades i sig vara robusta, beprövade och redundanta med sina batterienheter.
- Att köra nr ett och två "parallellt" diskuterades också i projekteringsfasen med leverantören men rekommendationen var att hålla enheterna separerade.
- Dock för gemensamma system såsom DCS, PLC och vissa busskommunikationer etc erhöles matning från båda UPS enheterna.
- Att ha matning från två UPS-enheter ansågs ej behövligt för unika processobjekt (skulle bli redundans på redundansen).





22:00

23:00

22:00

22:06

22:15

22:25

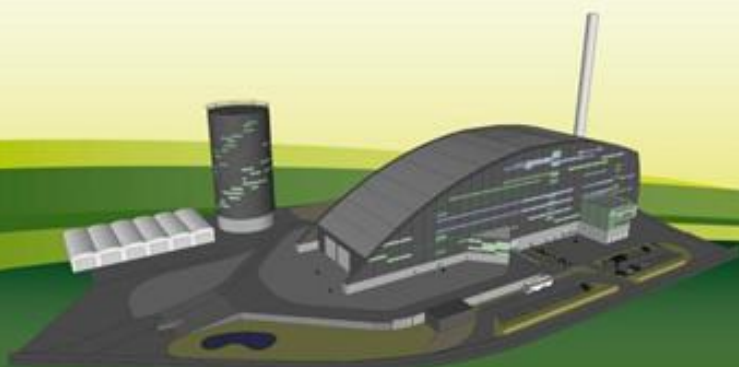
22:32

22:40

22:50

22:58

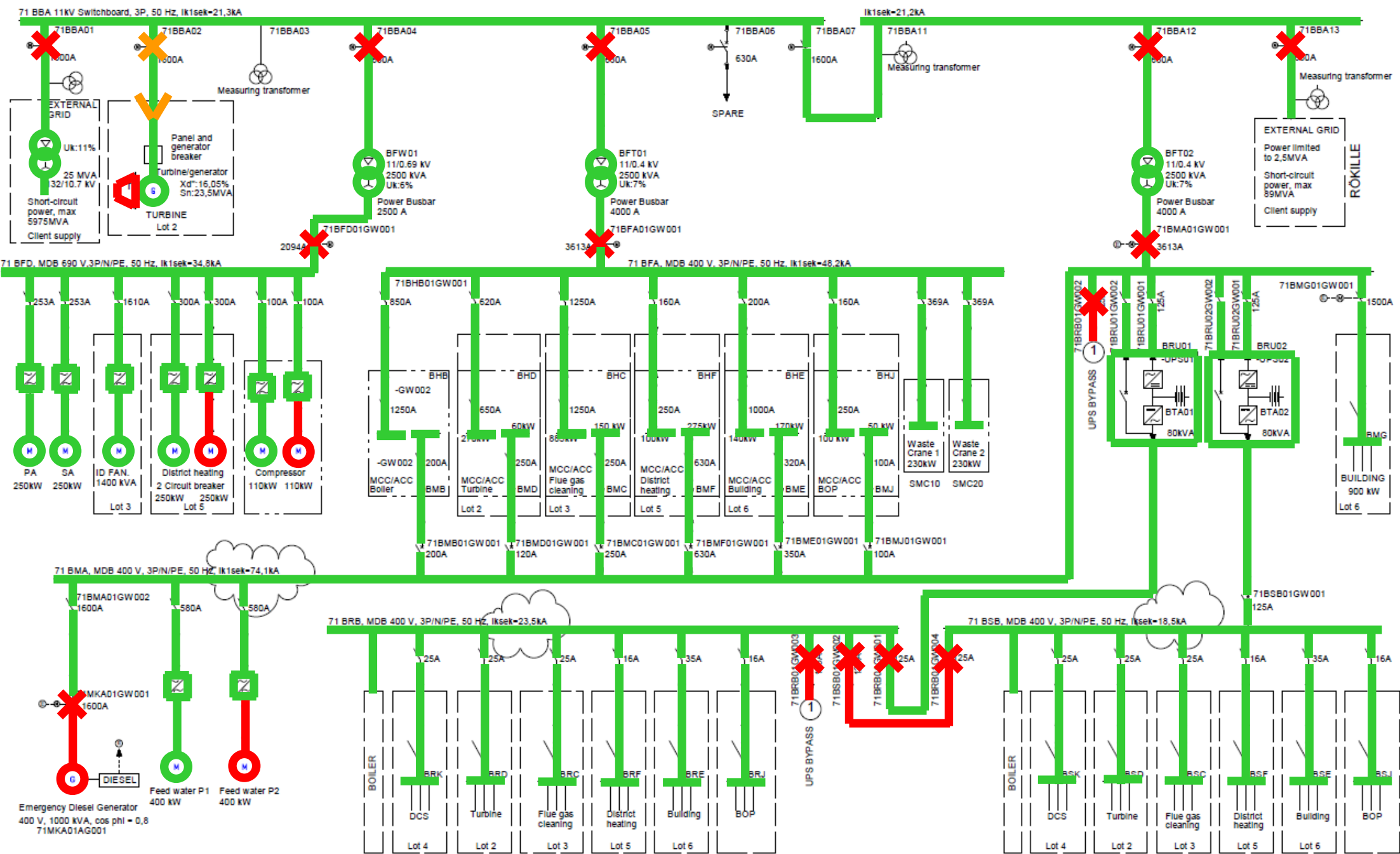
- Axelvibration turbin stiger hastigt till 100 μm
- Axelvibration turbin stiger hastigt till 100 μm ytterligare en gång
- Försök görs att slå från generatorbrytare med mekanisk frånslagsanordning. Misslyckas då tryckknapp ej når fram till flaggan.
- Försök görs att slå till extern bypass över UPS01 utan framgång.
- Axelvibration turbin stiger hastigt till 200 μm
- Lagertemperaturer för turbinen >150°C
- Temperatur i turbinens lågtrycksdel >400°
- Sammankoppling av UPS-skenor genomförs
- Medför under en mycket kort stund manöverspänning till 10,5 kV-ställverk
- Medför att generatorbrytare löser ut, turbinen börjar rulla ut
- Medför att inkommande brytare till 10,5 kV-ställverk löser ut (stående tripp). Medför tappad matning till verket.
- Reservkraftgeneratorn startar inte i detta skede. Fortfarande oklart varför.
- Vid sammankoppling UPS-skenor överbelastas UPS02 pga. hög startström. Medför att UPS02 löser ut.
- Konsekvens: Total black-out



20:58
21:00

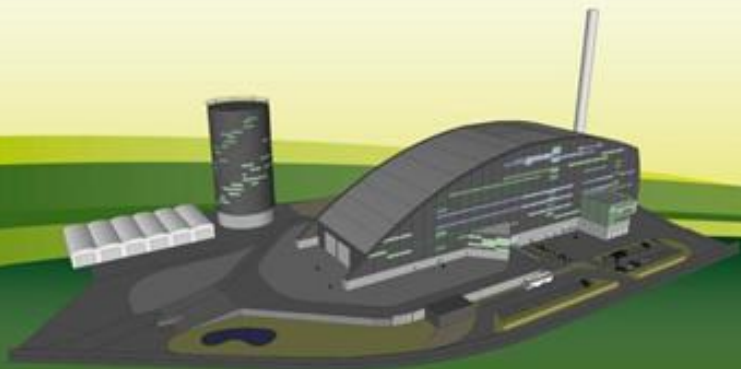
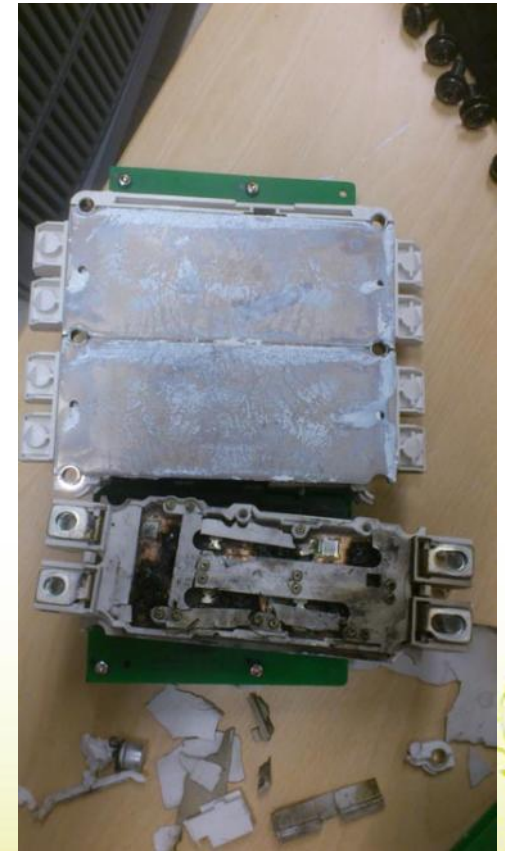
22:00

22:58
23:00



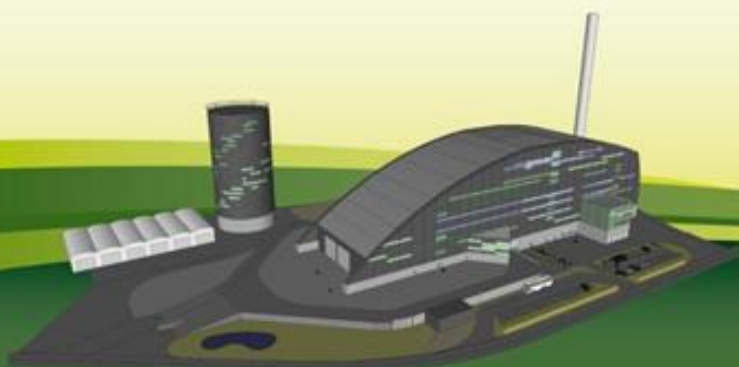
Primärfelet

- Spänningslikriktare i UPS01 exploderar
- UPS01 skadas så allvarligt vid smällen så att den inte kan gå över i automatisk bypass-drift
 - 2 st identiska UPS-enheter finns, dessa är dock inte redundanta för varandra (undantag för matning till DCS)
 - 1 st UPS-enhet kan dock ta hela UPS-matningen (manuell koppling krävs)
- 2013-08-13 inträffar motsvarande haveri på UPS02.
 - Automatisk bypass lyckas dock.
 - Inträffar under pågående revision.
- Leverantörens förklaring (APC/Schneider):
 - Flyttad tillverkning från Frankrike till Indien
 - Den längre transporten medför större påkänning på utrustning
 - Pga. för stumt installerade komponenter har anslutningar till komponenter skadats. Någon form av utmattning pga. vibrationer.



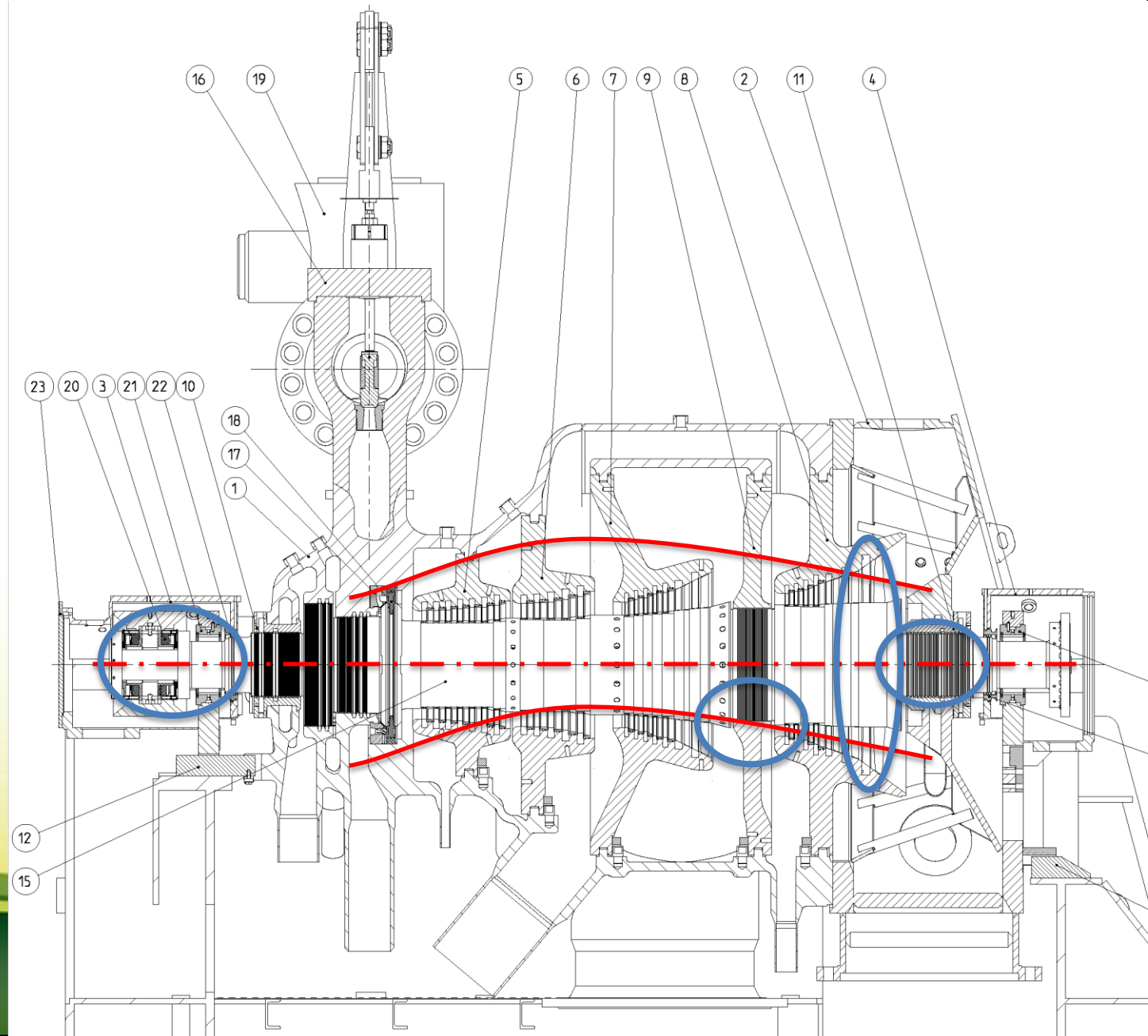
Sekundärfelen

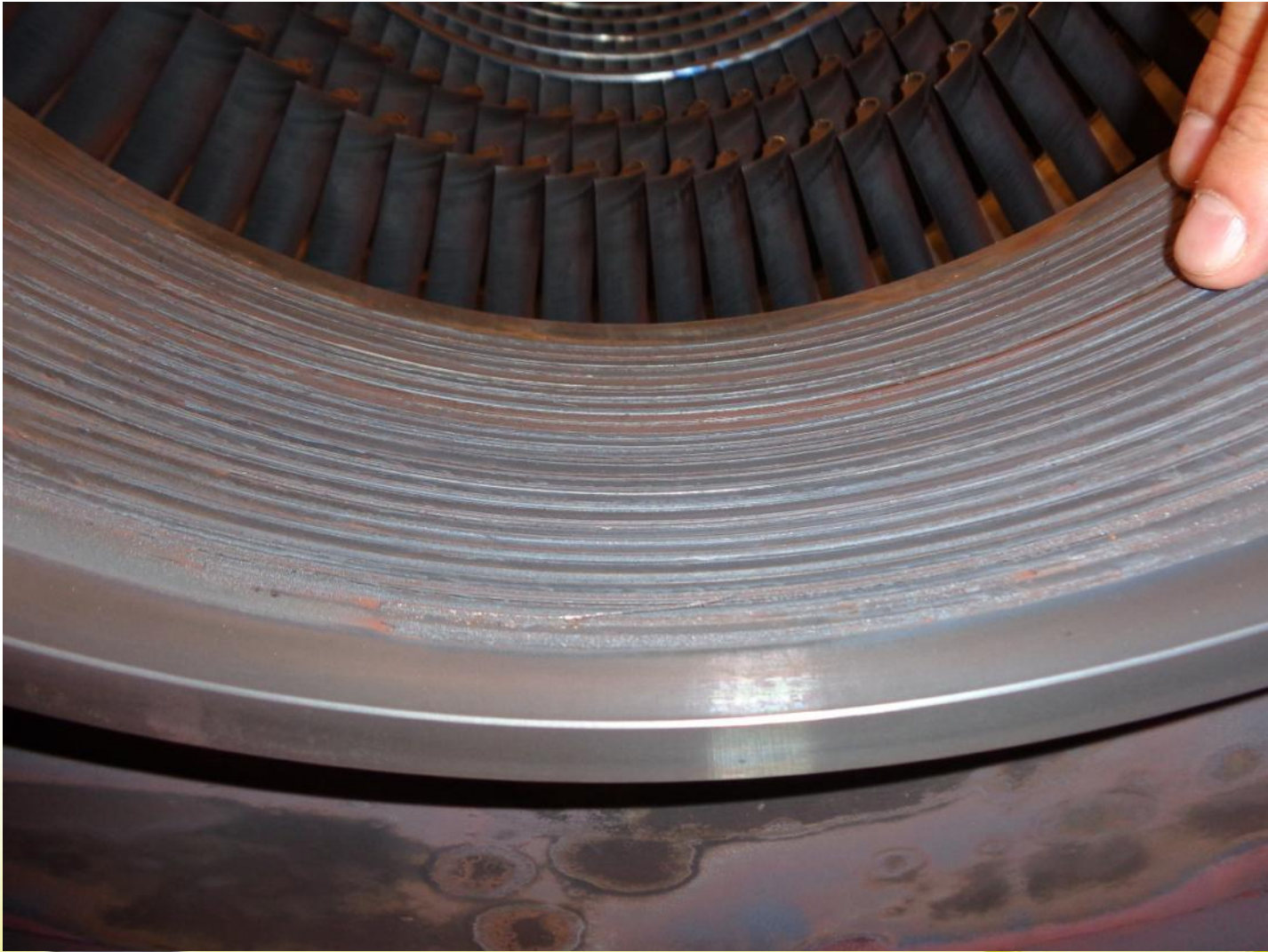
- Objekt som matas av UPS01 slås ut / försätts i ej manövrerbart tillstånd:
 - Manöverspänning till 10,5 kV-ställverk (där bl.a. generatorbrytaren sitter) förloras
 - Manöverspänning till övriga lågspännings-ställverk
 - Utgående grupper från "intelligenta" ställverk går från (ABB MNSiS)
 - Medför bl.a. kylvattenpumpar till turbinen stoppar
 - Matning till domnivåskydd förloras
 - 3 av 5 op-stationer i kontrollrummet tappar sin matning
 - Kontorsdatanätverket dör (liksom IP-telefonin)
- **Mekanisk frånslagsanordning för generatorbrytaren fungerar inte:**
 - Knappens spröt når inte fram till flaggan
 - Finns godkänt FAT-protokoll på brytaren

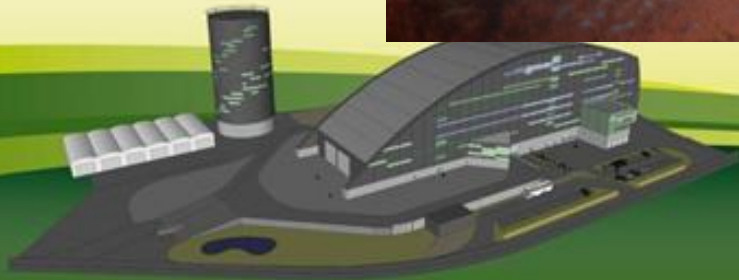


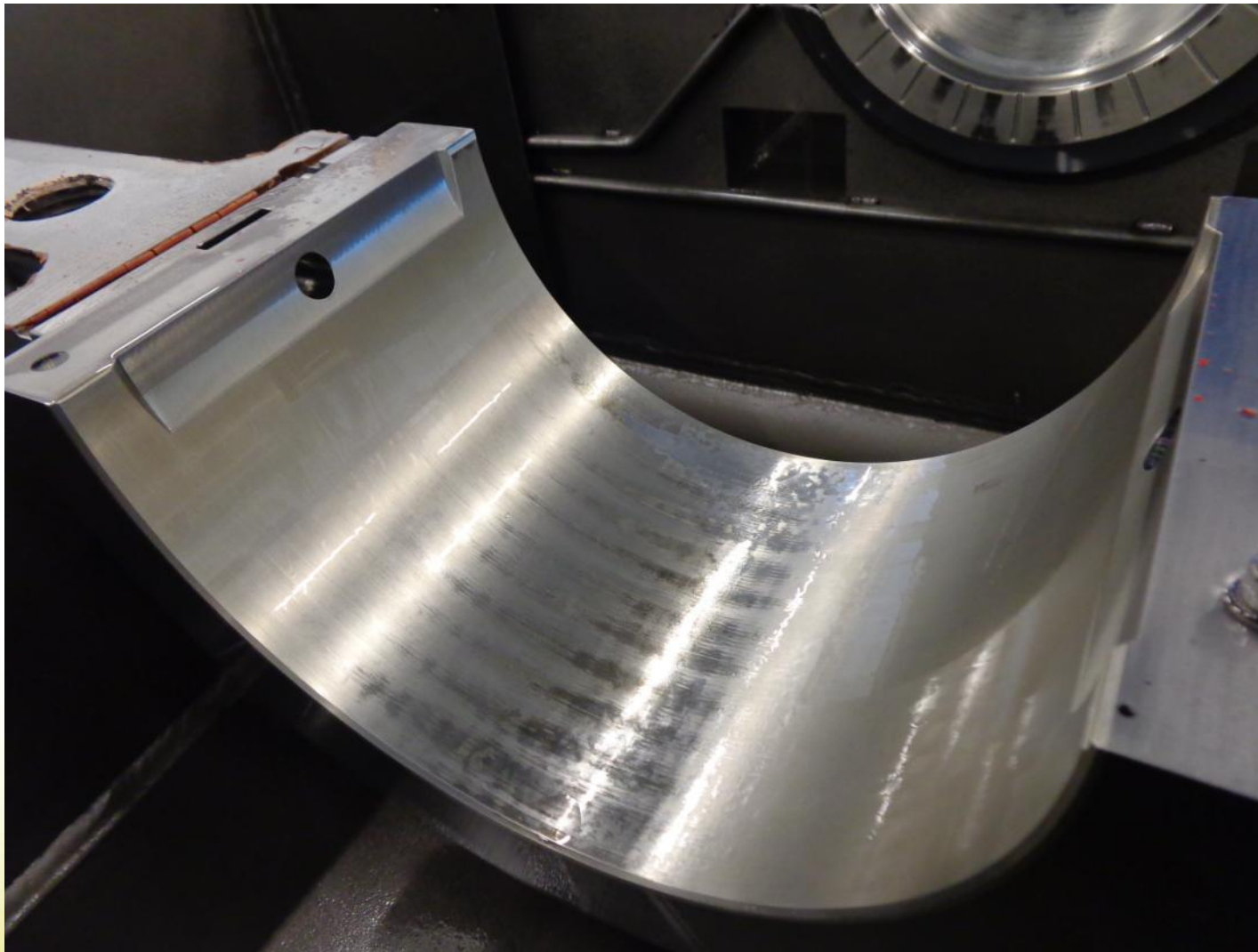
Sekundärskador

- Turbin:
 - Hög temperatur pga. ventilationsförluster medför turbinhuset "skjuter rygg". Medför kontakt mellan rotor och undre halva av huset.
 - Sista stegets löpskovlar har blivit utsatta för övertemperatur. Måste bytas.
 - Samtliga labyrinttätningar överhettade. Måste bytas.
 - Skador på turbinens lager pga. utebliven smörjoljekyllning. Måste bytas.
 - Kraftiga skador på växellådans lager. Måste bytas.
 - Generatorn: Endast mindre skador. Bl.a. byts oljeringarna i lagren.





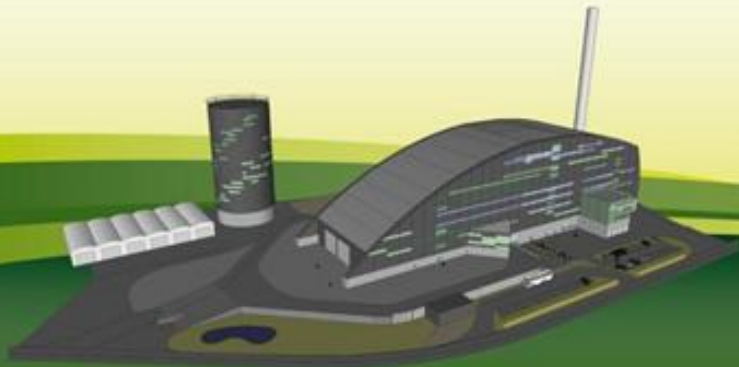
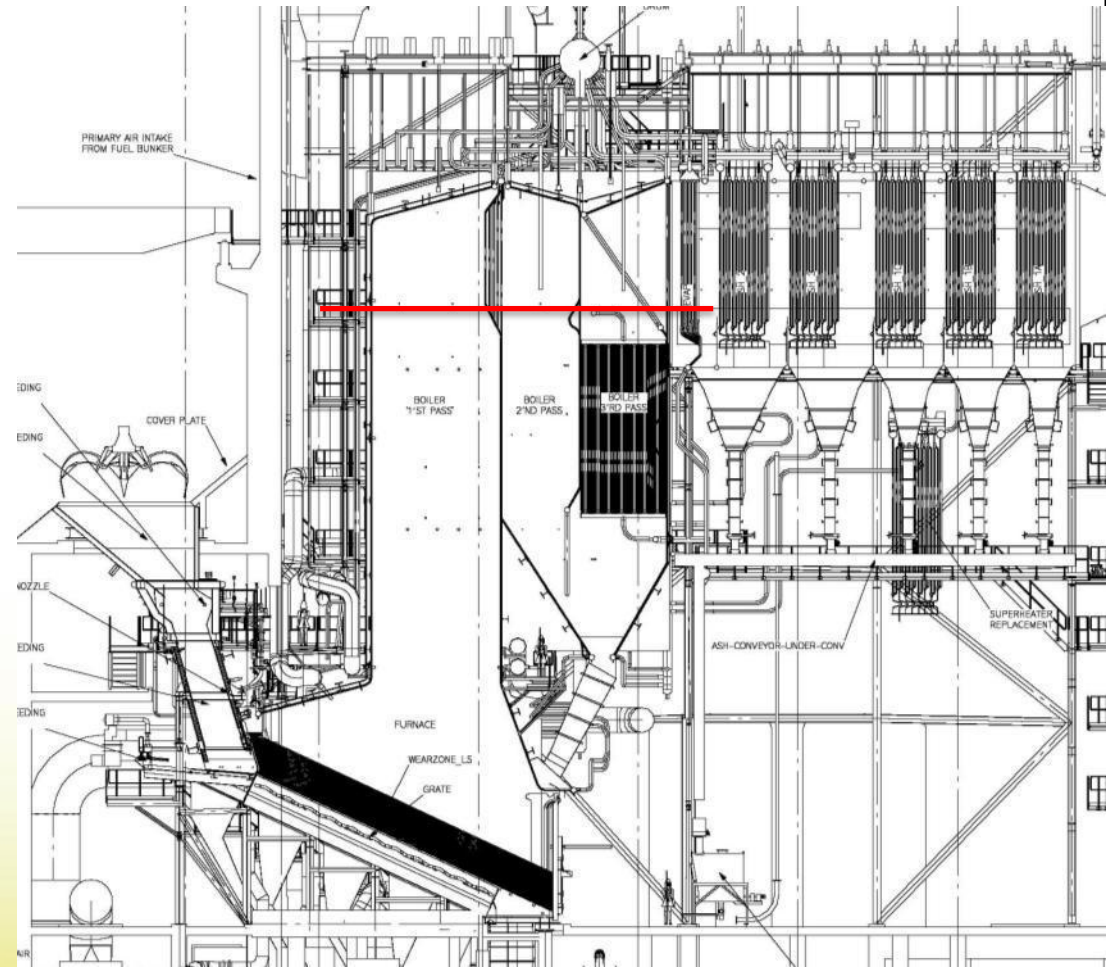




**ÖRESUNDS
KRAFT**

Sekundärskador

- Pannan:
 - Vid UPS-haveriet förloras manöverspänningen till mava-pumparnas frekvensomriktare (2 likvärdiga pumpar, reservkraftmatade)
 - Medför stoppad mava-tillförsel till pannan
 - Bypass-station trippar nästan omedelbart pga. stoppade fjv-pumpar
 - Medför att ånga blåses över tak
 - Beräknad torrkokning av pannan: Övre 6 m av pannan friläggs.
 - Omedelbar utvändig besiktning av panelväggar visar dock ej några skador
 - Under efterföljande revision påträffas heller inga skador på pannan



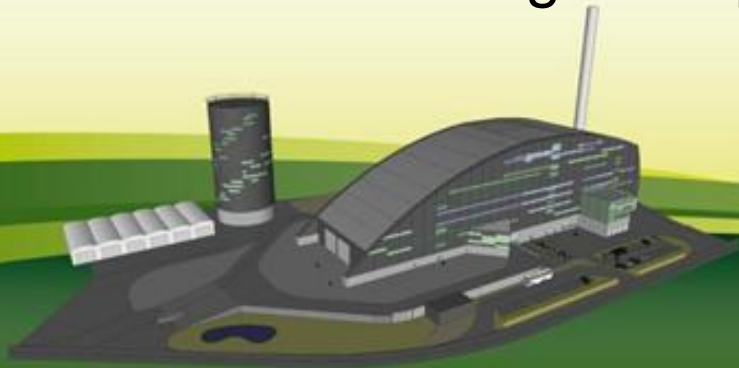
Aktuell status

- Anläggningen kunde återstartas direkt efter haveriet. Full avfallsdrift efter 12 h. Beslut om att köra anläggningen på 1 UPS.
- 2 dagar efter haveriet påbörjas inspektion av turbinen av MAN
- Rekommendation från turbinleverantören att ”öppna” turbinen
- Havererad UPS01 reparerad av leverantören ca 1 vecka efter haveriet
- 3 veckor efter haveriet skickas turbinens rotor och ledskenehållare till Hamburg för åtgärder.
- Ca 6 veckor efter haveriet på UPS01 havererar UPS02 på likvärdigt sätt, går dock i bypass.
- Turbinrotor återkommer till anläggningen efter ca 11 veckor vistelse i Tyskland. Återmontage påbörjas omedelbart.
- 2013-10-15: Övre turbinhus lyfts på plats.
- Turbinen åter i drift 2013-10-25



Förbättringar

- Utvalda driftkritiska objekt tex dubbla MAVA-pumpar, fjärrvärmepumpar, nödrökgasfläkt har nu fått UPS matning från var sin UPS.
- Säkerhetssystemet för turbinen var "tvåkanaligt" för frånslagsorder. Varje kanal har nu var sin egen UPS-matning.
- Mekanisk frånslagsknapp till generatorbrytaren förlängd och provad.



Summering

Att tänka på vid anläggningsprojektering/riskanalys/HAZOP

- Viss statistik säger att vid internfel i UPS-enhet, så vid 0,64 % av fallen så slår inte enheten om till batterimatning eller bypassdrift utan du tappar utgående elförsörjning.
- Ibland blir det inte bara enkelfel utan faktiskt dubbelfel.
- Redundans till redundansen kan ibland behövas.

Tack för mig!!

