

LEAN & SMART Manufacturing konference 2023

AI & SMART Factory | Forebyggende vedligehold via maskinlæring

25. Oktober 2023

Nordic Sugar A/S

Bearbejdning af ca. 2.500.000 tons sukker roer

Årlig producent af

- 400.000 t sukker til industri og forbrugere igennem brand "DanSukker"
- 100.000 tons foder piller til dyr
- 60.000 tons melasse

Igennem de to danske sukkerfabrikker i Nykøbing F og Nakskov på 110 dages produktion fra september til februar

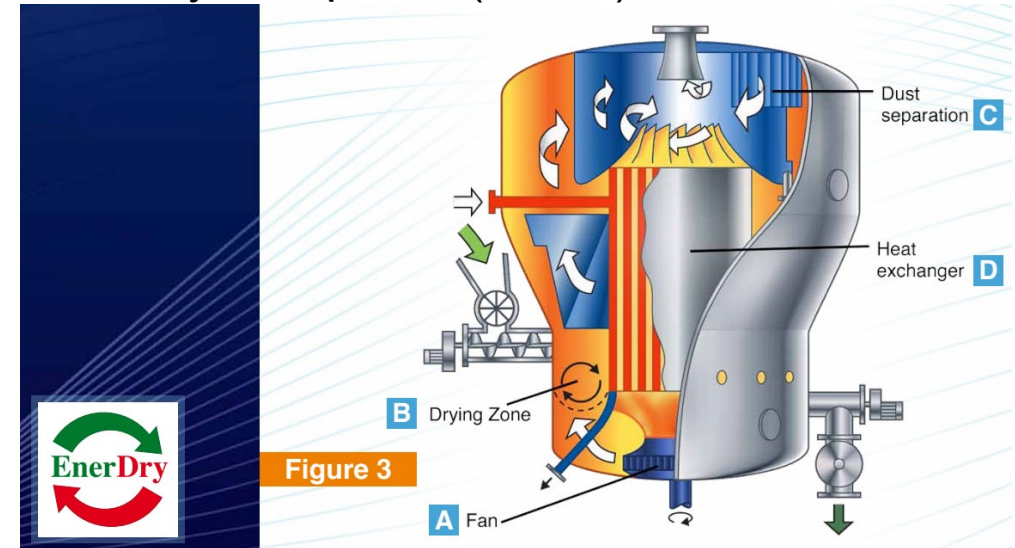


Nordic Sugar i Nakskov 2021

Problemstilling

- › En EnerDry damptørre er den mest effektive måde i en sukkerfabrik at tørre roepulp til senere presning af foderpiller
- › Dampføreren fungerer ved at overhedet damp cirkuleres igennem pulpen i en fludibed hvorved fugten i pulpen bliver til damp der kan separeres for støv og herefter genanvendes i processen
- › Selve tørringsprocessen foregår under tryk hvorfor det er nødvendigt med en indgangs- og udgangssluse.
- › Særlig udgangsslusen er udsat for højt slid på grund af sand bundet i den tørre pulp fungere som sandpapir
- › Sluserne er lukket og det er derfor umuligt at udføre inspektioner uden at stoppe anlægget

EnerDry Damp tørre (Size J)



En sko efter 90 dages drift.

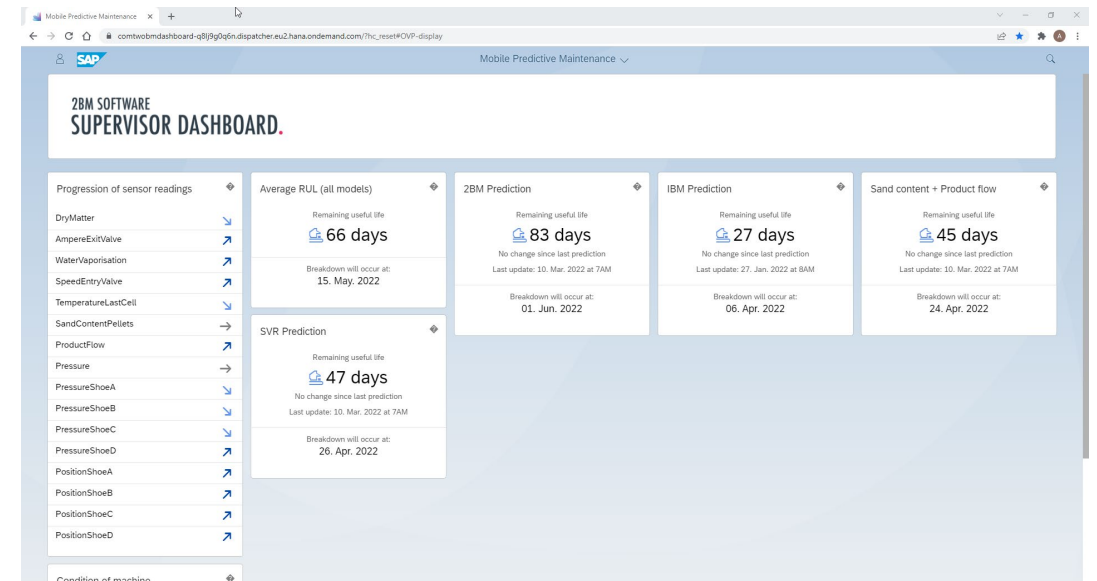
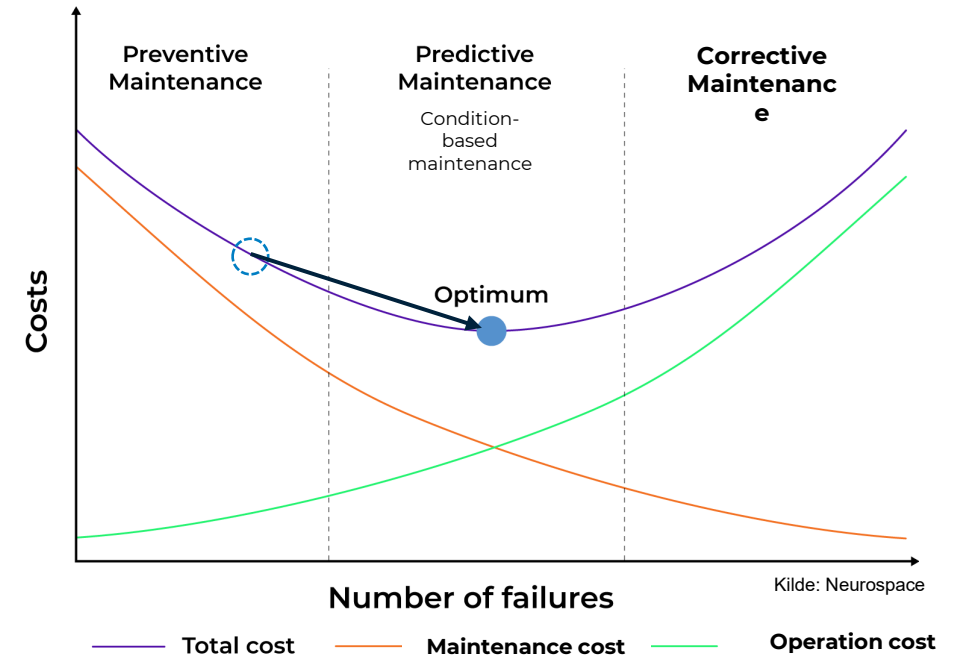


Business case

- › Slid kan ikke forhindres eller minimeres
- › En damptørres drift er produktionskritisk og skal derfor holdes i drift i hele produktionsperioden
 - Sliddele udskiftes altid til nye for at minimere fejl ved parring af reparerede overflader

- › Potentialet findes ved
 - At kunne planlægge det eksakte tidspunkt for et produktionsstop
 - Forudsigelse af rest levetid kan afgøre om udstyret skal køre videre

(I dag skiftes sliddele altid til nyt ved endt produktion)



Valg af maskinlæring

- › Maskinlæringsløsninger er dyre og kompleks
 - 80% af opstilling af en maskinlæringsmodel går med oprensning af træningsdata og parring med tidspunktet for den fejl der ønskes fundet
 - Kun hvis andre mere simple metoder ikke er tilstrækkelige
 - Det er vigtigt at fastsætte hvor præcis en model der ønskes inden man går i gang
- › På trods af meget store mængder data, er det ikke sikkert at data er anvendelig hvis ikke det kan kobles til et tidspunkt for den fejl man leder efter.
- › Hvis modellen trænes med data hvor man gentagne gange vælger at stoppe før nedbruddet faktisk sker så vil modellen genkende beslutningsmønsteret fremfor fejl mønsteret

Resultater (1)

Pos	År	Handling
1	2020 Q4	AI camp og fastlæggelse af projekt
2	2021 Q1-Q2	Opstilling og træning af model
3	2021 Q3-Q4	Live RUL fra 5 modeller i parallel drift.
		Breakdown tidspunkt:
		28/12-2021 @ 17:00
4	2022 Q1-Q2	Evaluering:
		Model gæt til virkeligt breakdown tidspunkt:
		IBM: RUL = 13 dage
		Sand indhold: RUL = 45 dage
		2BM: RUL = 21 dage
		SVR: RUL = 28 dage
Condition: RUL = 32 dage		
		Træning til kampagnen 2022 med data fra 2018-2021.

> Konklusion: År 1 viste performance højere end forventet

Data fra år 2018 til 2020
(Data før 2018 var med anden udgangssluse størrelse)

IBM-modellen forudsagde, at sammenbruddet ville ske 13/12 2021, kun 13 dage før det rent faktisk skete.

*RUL = Remaining Useful Lifetime

Resultater (2)

Pos	År	Handling
5	2022 Q3-Q4	Live RUL fra 5 modeller i parallel drift.
		Breakdown tidspunkt:
		10/12-2022 @ 12:00
6	2023 Q1-Q2	Evaluering:
		Model gæt til virkeligt breakdown tidspunkt:
		IBM: RUL = 35 Dage
		Sand indhold: RUL = 22 dage
		LGBM: RUL = 53 dage
		LGBM (enhanced) RUL = 38 dage
		Random forrest: RUL = 37 dage
		Random forrest (enhanced): RUL = 54 dage
		Neural Network: RUL = 19 dage
		Træning til kampagnen 2023 med data fra 2018-2022.

Modellerne SVR og Condition er skiftet ud med mere konkrete modeller.

IBM-modellen forudsagde, at sammenbruddet ville ske 35 senere end det faktisk skete.

Den nye model Neural Network vidste denne gang bedste resultat.

➤ Konklusion: År 2 viste at modellen divergere hvilket er forventet når modellen er bygget på få nedbrud

Fremtid

- › Træning til kampagnen 2023 med data fra 2018-2022.
- › Forhåbentlig vil der ses en konvergerende RUL tendens
 - Hvis dette RUL estimat er < 5 dage fra det faktisk nedbrud er projektet en succes.



Nordzucker

THE Sugar Company

SIDE 9