

Tidsbesparende tilstandskontroll av lensepumper i Brattsberg kraftverk:

Kan en enkel nivåmåler si noe om tilstanden?

Viggo Pedersen - NTNU

Tekniske data

Brattset Kraftstasjon:

Byggeår: 1982

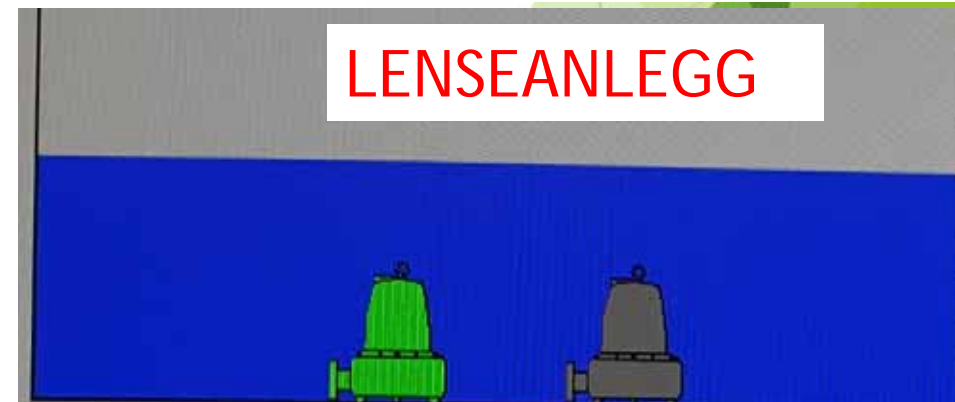
Produksjon: 390 GWh

Installasjon: 2 x 40 MW

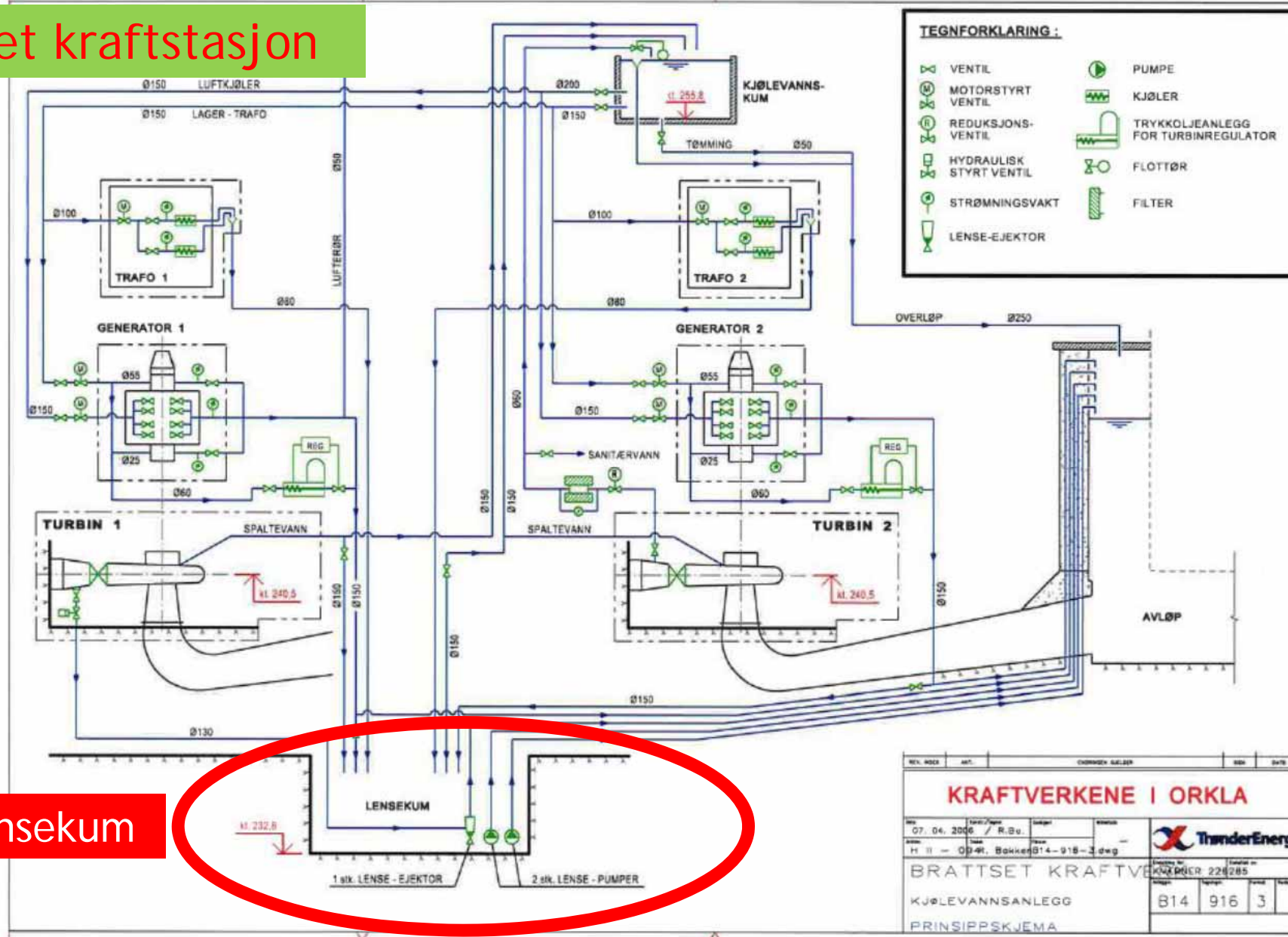
Turbintype: Francis

Fallhøyde: 270 m

2 lensepumper (sentrifugal) i sump står i passiv redundans, pumpene kjøres likt periodevis



P&ID Brattset kraftstasjon



TEGNFORKLARING :

	VENTIL		PUMPE
	MOTORSTYRT VENTIL		KJØLER
	REDUKSJONS-VENTIL		TRYKKOLJEANLEGG FOR TURBINREGULATOR
	HYDRAULISK STYRT VENTIL		FLOTTØR
	STRØMNINGSVAKT		FILTER
	LENSE-EJEKTOR		

Lensekum

REV. NOZZ	ART.	FORRETTIG. GJELDER	SDA	DATE
KRAFTVERKENE I ORKLA				
07.04.2006	R.B.			
BRATTSET KRAFTVERK				
KJØLEVANNSANLEGG				
PRINSIPPSKJEMA				
KONTRAKT NR. 224285			814	916
			3	

Dagens D&V på lensepumpesystemet

- **Årlig manuell kontroll av pumpekapasitet**
 - Starter pumpe manuelt og måler tømmetiden
 - 30 minutters arbeid for 2 personer for hver pumpe = **2 timer årlig**
- **Årlig visuell kontroll av pumper og rørsystem**
 - Pumper løftes ut av sump og kontrolleres
 - 1 dags arbeid 2 personer for 2 pumper = **16 timer årlig**
- **Korrektivt vedlikehold dersom pumpe svikter** - Typiske Feilårsaker:
 - Løs innfestning pumpe (bolter) - vibrasjon
 - Brudd i pumpe innfestning - vibrasjon
 - Elmotor svikt - fuktinntrengning

- Nivåmålinger til driftssentralen via Voith Bluebox system
- Til styreskapet - vern
 - Motor temperatur
 - Motor strøm

T

Flygt pumpe 1982

Pumpex pumpe 2013

50 l/s
22 kW

3,5m - Kritisk høyt nivå (aggregat stopp)
3,3m - Ejektor åpning
3,0m - Kritisk høyt nivå (start nød drift)
2,8m - Høyt nivå forvarsel
2,5m - Start reserve
2,0m - Start hoved
1,0m - Stopp reserve
0,7m - Stopp hoved
0,5m - Lavt nivå (stopp nød drift)

Basert på

Data fra Voith Blue Box

Scatter plot

22 mars 2017

Klokka 11-22

Fylletiden påvirkes av:

- Antall turbiner i drift
- (Kjøling av trafo/gen.)
- Tilsig - varierer med årstid

Tømmetiden påvirkes av:

- Pumpetilstand
- Pumpesystem (rør) tilstand
- Pumpe som går
- Tilsig -varierer med årstid

Tømme og fyller tid for lensekum

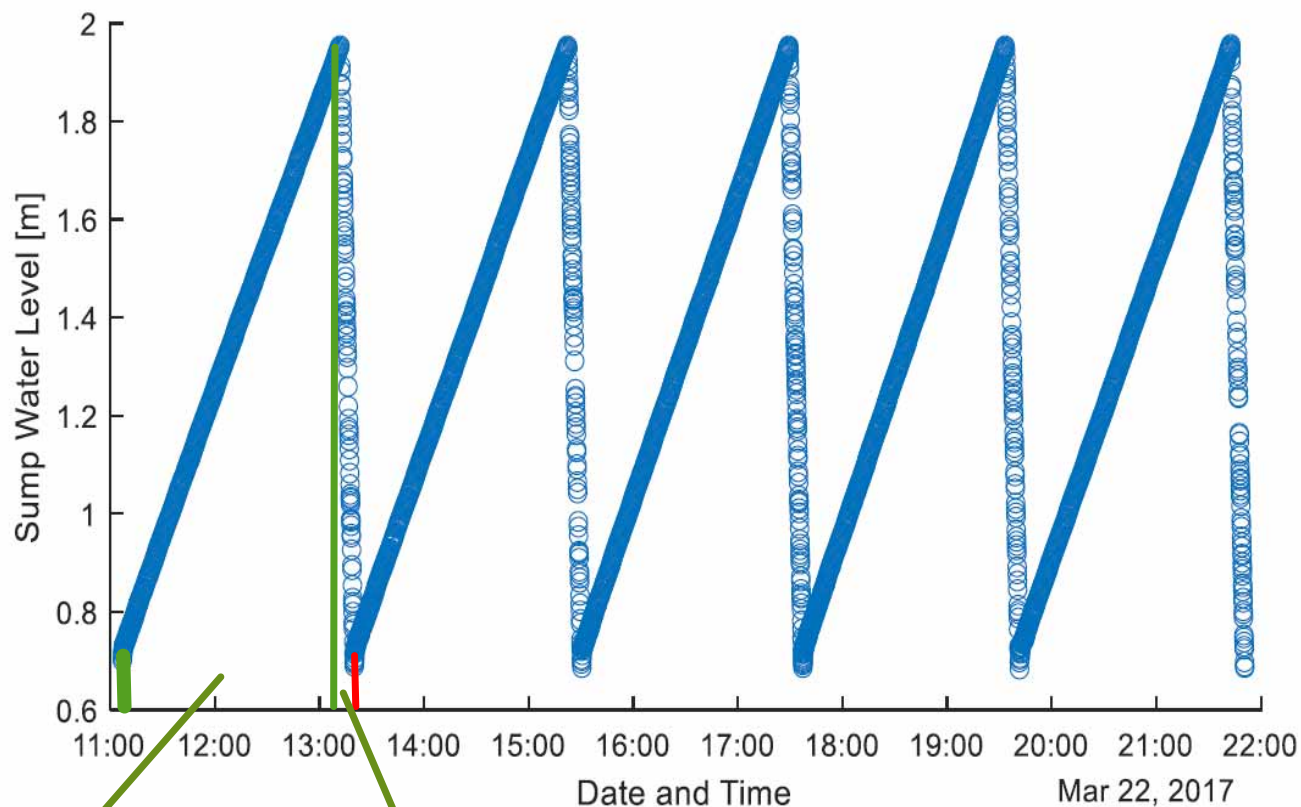


Figure 5-4: Rise and fall of drainage sump water level

FYLLETID

TØMMETID

V1 = VOLUM INN I LENSEKUM I FYLLTIDEN

$$V1 = \text{LENSEKUM AREAL} * (L_{MAX} - L_{MIN})$$

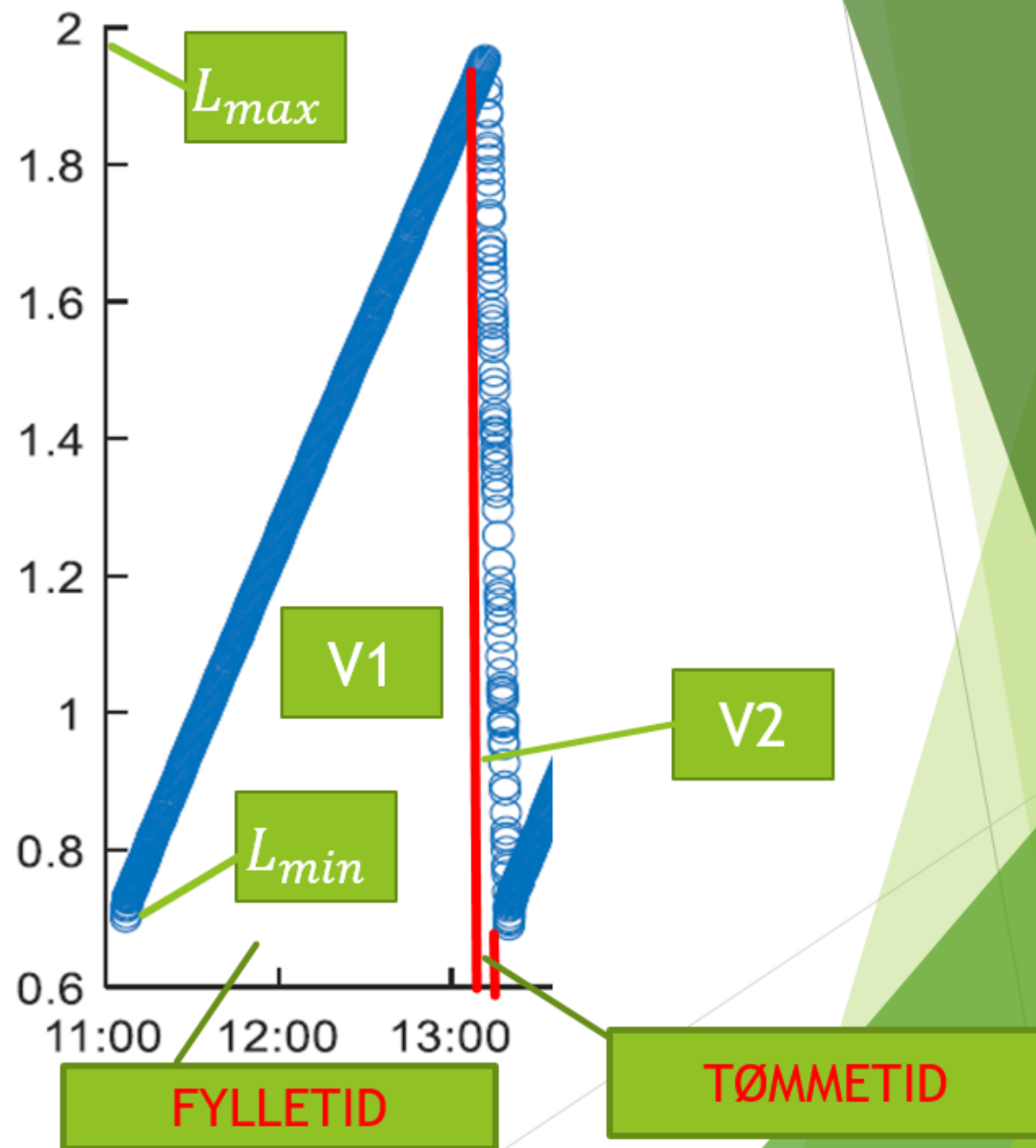
L_{MAX} = PUMPE START NIVÅ I KUM (1,96m)

L_{MIN} = PUMPE STOPP NIVÅ I KUM (0,68m)

V2 = VOLUM INN I LENSEKUM I TØMMETIDEN

Fylleraten lik over en syklus \Rightarrow

$$V_2 = \text{FYLLERATE} * \text{TØMMETID}$$



TILSTANDSPARAMETER - PUMPEKAPASITET

$$\text{Pumpekapasitet} = \frac{V_1 + V_2}{T\text{ØMMETID}} = \frac{V_1}{T\text{ØMMETID}} + \frac{V_2}{T\text{ØMMETID}} \left[\frac{l}{s} \right]$$

Fylleraten lik over en syklus $\Rightarrow V_2 = \text{FYLLERATE} * T\text{ØMMETID}$

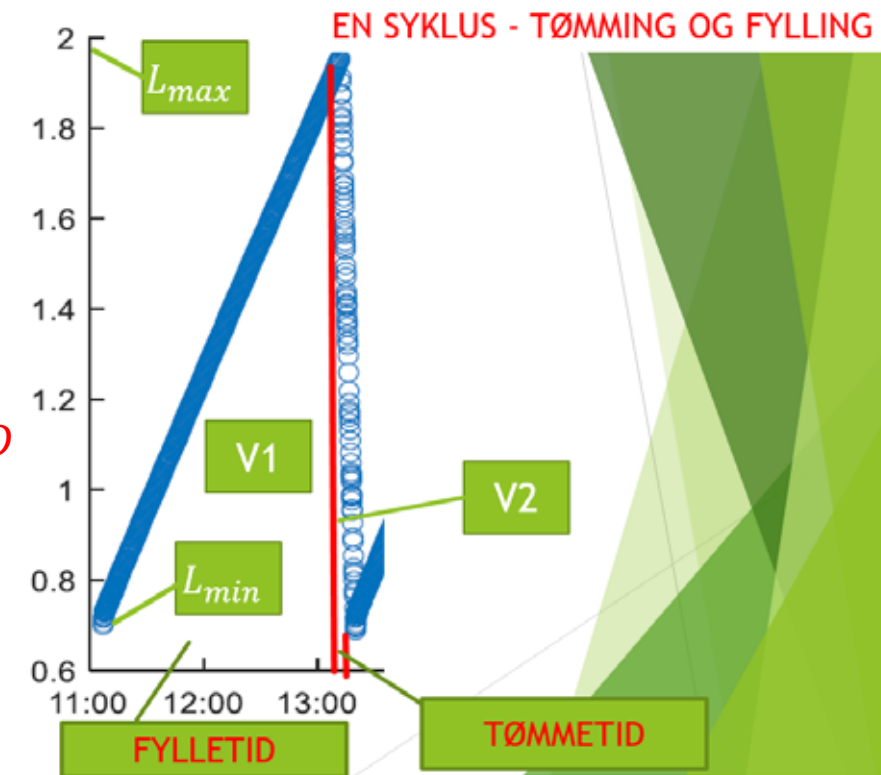
$$\text{FYLLERATE LENSEKUM} = \frac{V_2}{T\text{ØMMETID}}$$

$$\text{TØMMERATE LENSEKUM} = \frac{V_1}{T\text{ØMMETID}}$$

$$\text{Pumpekapasitet} = \text{TØMMERATE LENSEKUM} + \frac{\text{FYLLERATE LENSEKUM} * T\text{ØMMETID}}{T\text{ØMMETID}}$$

$$\text{Pumpekapasitet} = \text{TØMMERATE LENSEKUM} + \text{FYLLERATE LENSEKUM} \text{ [Ligning1]}$$

TØMMERATE OG FYLLERATE er observerte rater, i.e. nivåendring pr. tidsintervall



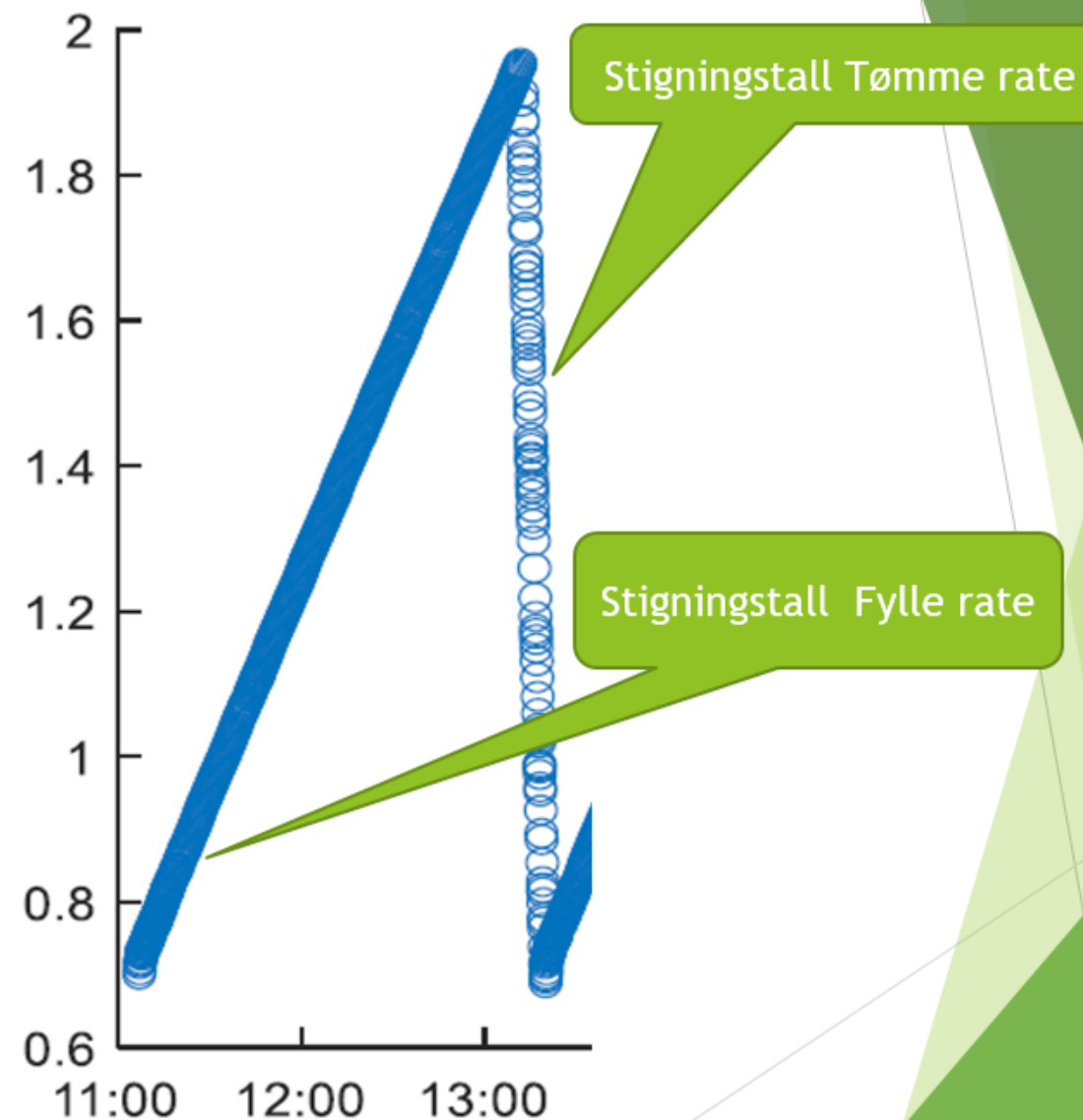
Bruker kurvetilpasning for å få en rettlinjet kurve for FYLLERATE og TØMMERATE for pumpesyklene.

Beregner stigningstallet for fylletid og tømmetid.

Stigningstallet (observert nivå endring per tidsenhet (m/s))

Stigningstallet = estimat: FYLLERATE og TØMMERATE

Beregner så pumpekapasiteten for hver syklus med **den utviklede ligningen [1]**



- Plott viser pumpekapasitet for begge pumper som funksjon av tid
- Ny Pumpe høyere kapasitet
- Store endringer i juli som følge av ?
- Endring rundt 1 sept.
- Endring rundt 06 des.

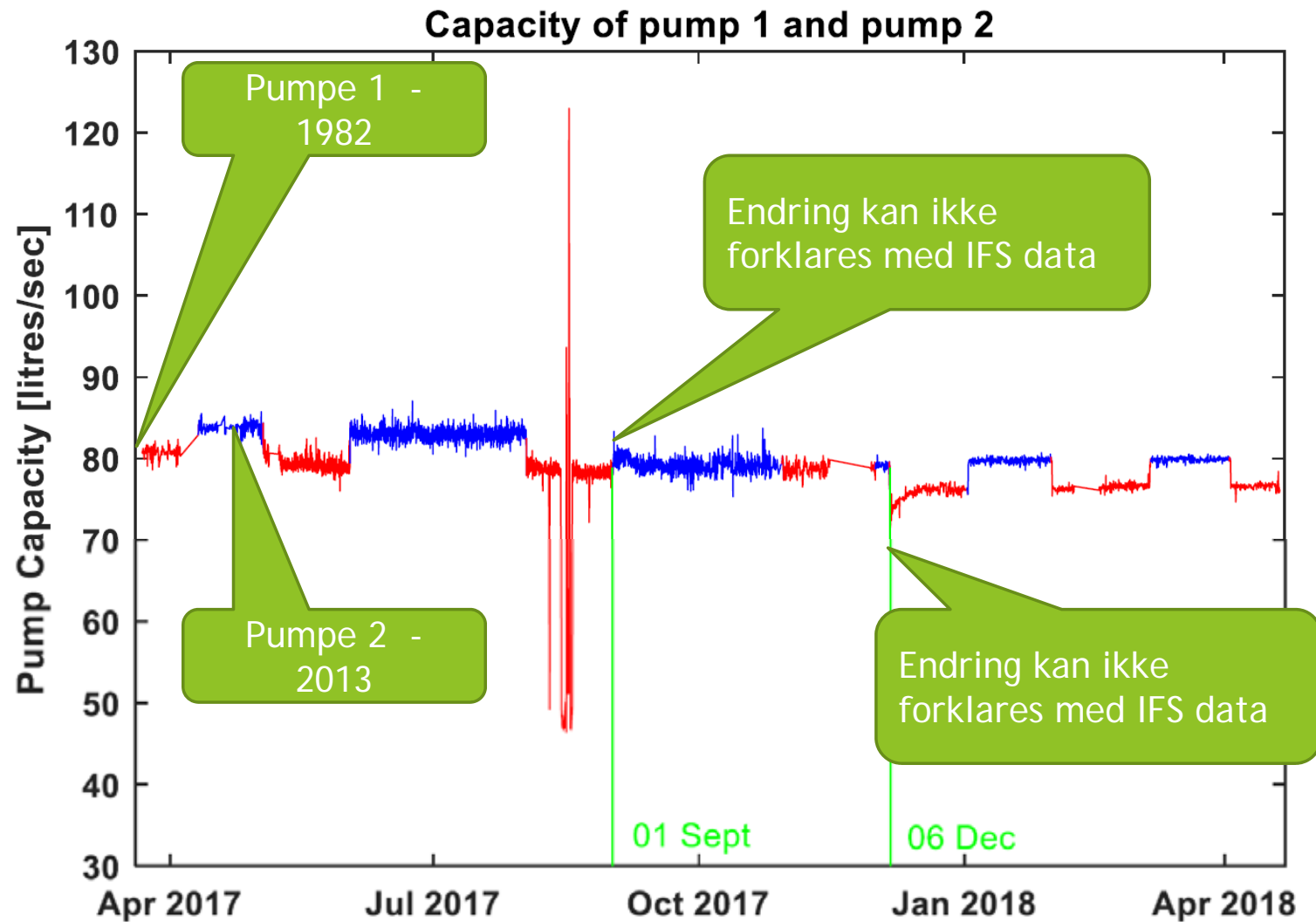


Figure 5-16: Pump capacity of pump 1 and pump 2

- Plott viser endring i pumpekapasitet over driftstimer for pumpe 1
- Alarmnivå kan settes som en % vis endring i pumpekapasitet
- Reduksjon i pumpekapasiteten på ca. 5% ved rundt 400 timer driftstid
- Modellen forutsetter at elektroniske data er tilgjengelig og riktige

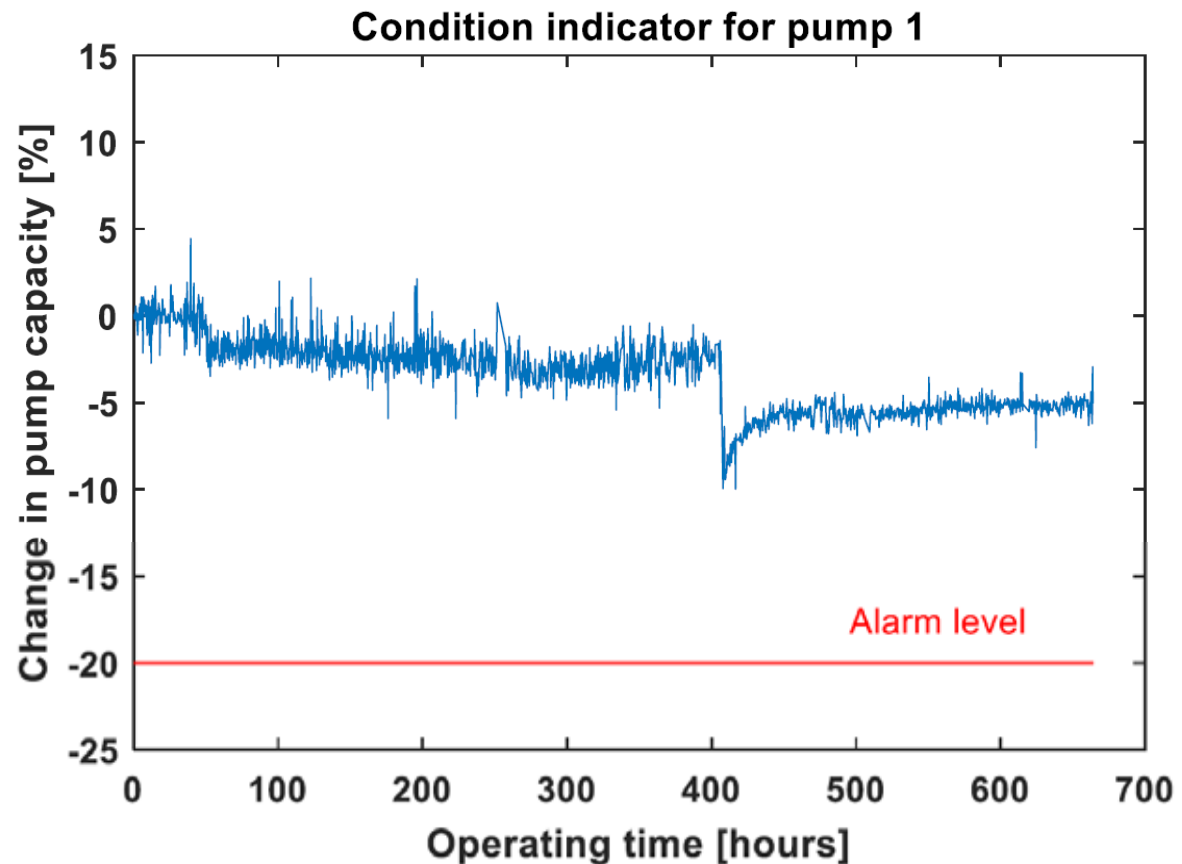


Figure 6-2: Reduction of pump capacity for pump 1 with operating time

Figure 6-2 shows the condition indicator for drainage pump 1 with an example of an alarm level.

Konklusjon

- Tilstandsovervåking av pumpesystem mulig med eksisterende nivå signal
- Modellen sier noe om endring i pumpesystem tilstand
- Modellen må utvikles videre for å kunne si noe om opphavet til endring i pumpesystem tilstand
- Komponent spesifikke målinger kan si noe om tilstand på komponentnivå - eksempel:
 - motortemperatur,
 - motorstrømforbruk,
 - rørsystemtrykk
 - rørsystem volumstrøm
- OBS: Flere målepunkter = flere vedlikeholdsobjekt

Hvilke fordeler kan modellen gi

- **Tidsbesparelse** - manuell kontroll/inspeksjon

- Kontroll pumpekapasitet - **2 timer årlig**
- Visuell inspeksjon av pumpe - **16 timer årlig**

- **Risikoreduksjon** for personell

- Person i lensekum for å løfte nivåmåler - fallfare

- **Kontinuerlig tilstandsovervåking** = kontinuerlig kunnskap om tilstand til pumpesystem

Takk for oppmerksomheten

- Spørsmål kan rettes til meg på - Viggo.g.pedersen@ntnu.no

Presentasjonen basert på:

Prosjekt / Master oppg. Kishan Prajapati

Veileder: Jørn Vatn, Thomas Welte, Viggo Pedersen

