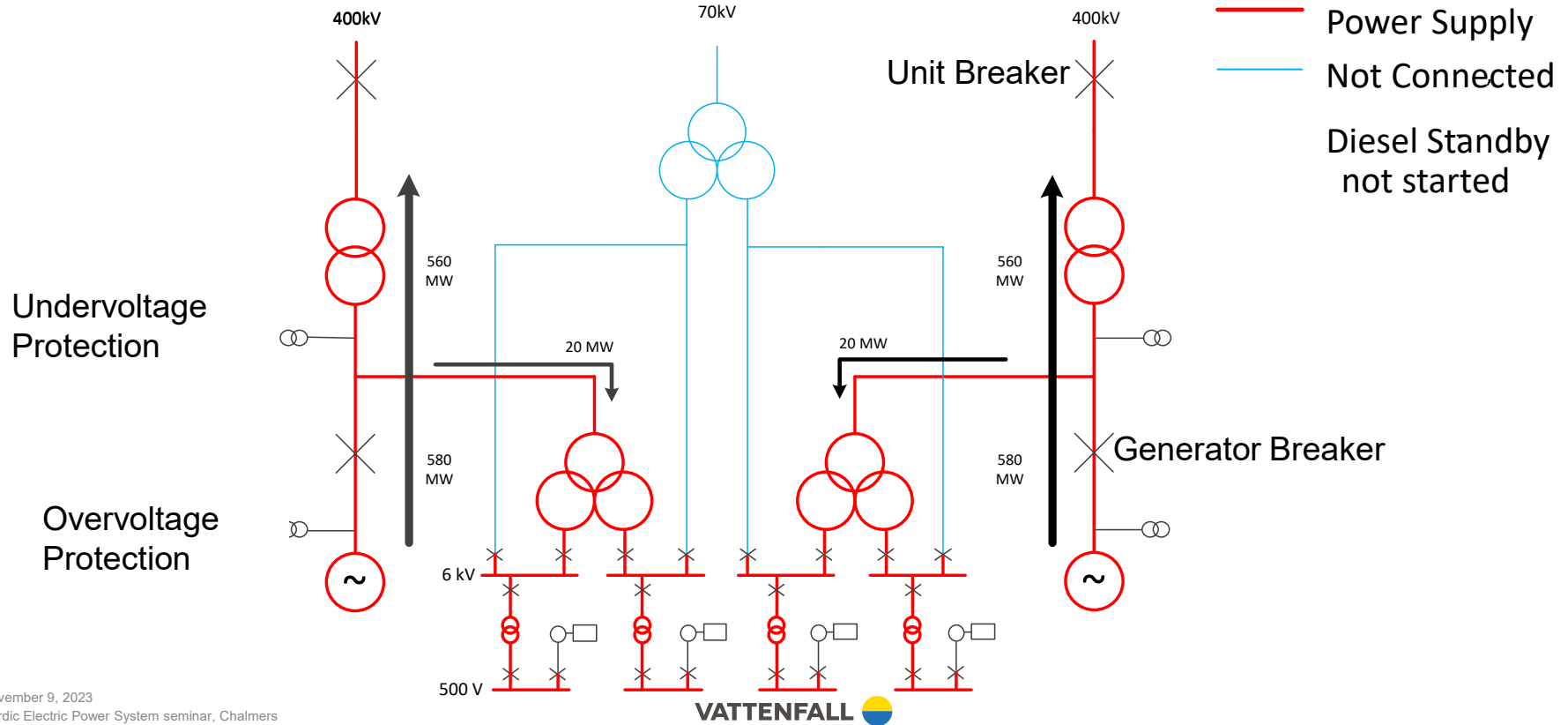


A sunset scene over a body of water. The sun is low on the horizon, creating a bright orange and yellow glow. In the foreground, the silhouettes of three nuclear power plant structures are visible, reflected in the calm water. The sky is filled with soft, wispy clouds.

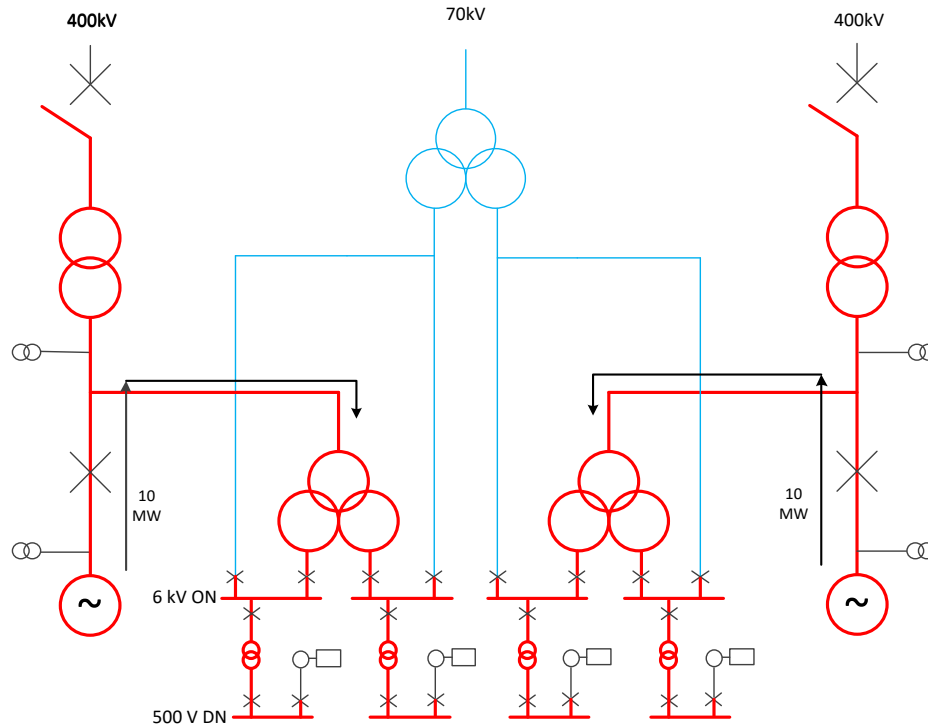
# Consequences for Forsmark Nuclear Power Plants during the Hagby Incident

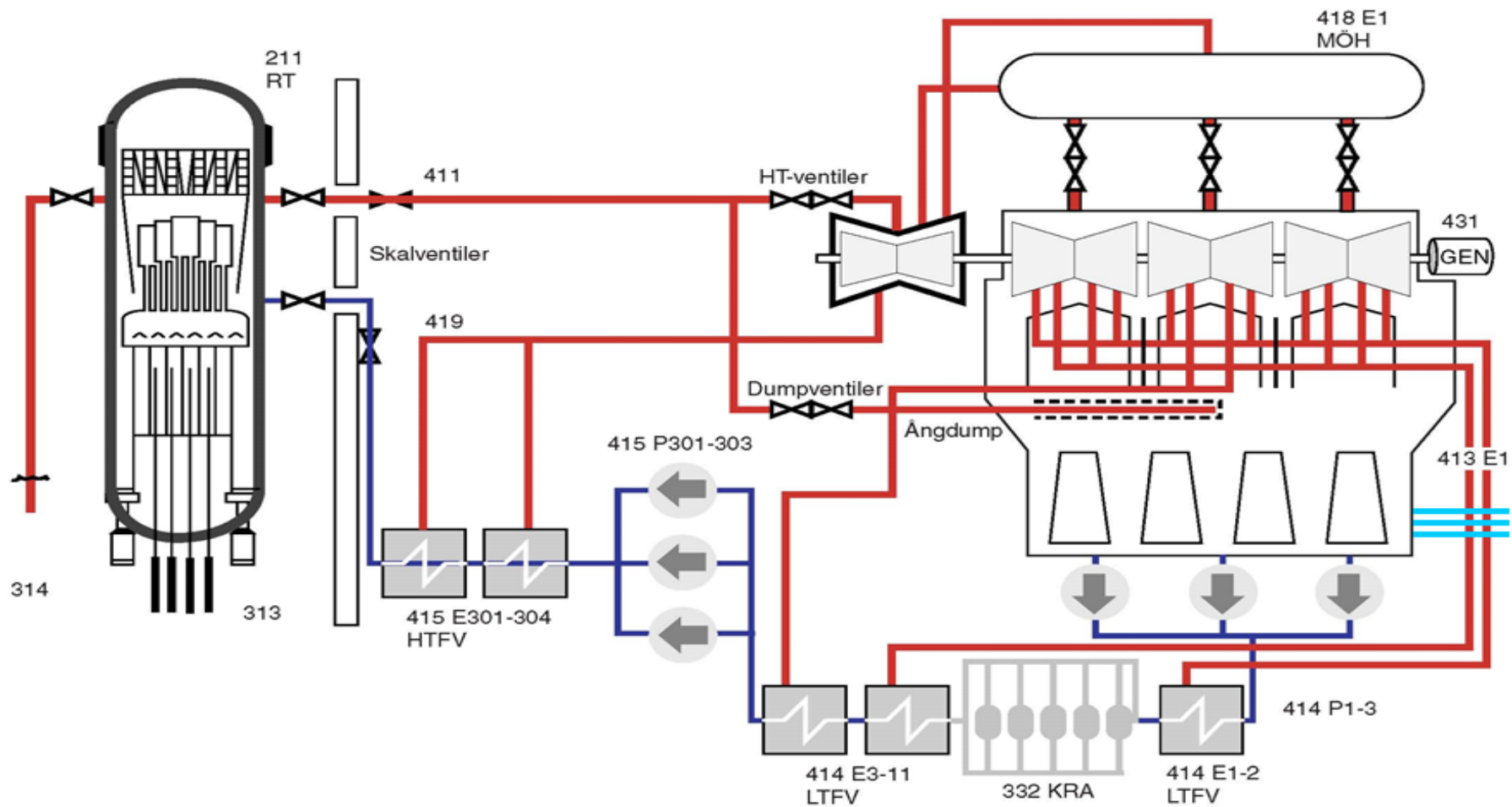
November, 9, 2023, Thomas Smed

# Forsmark 2 before fault

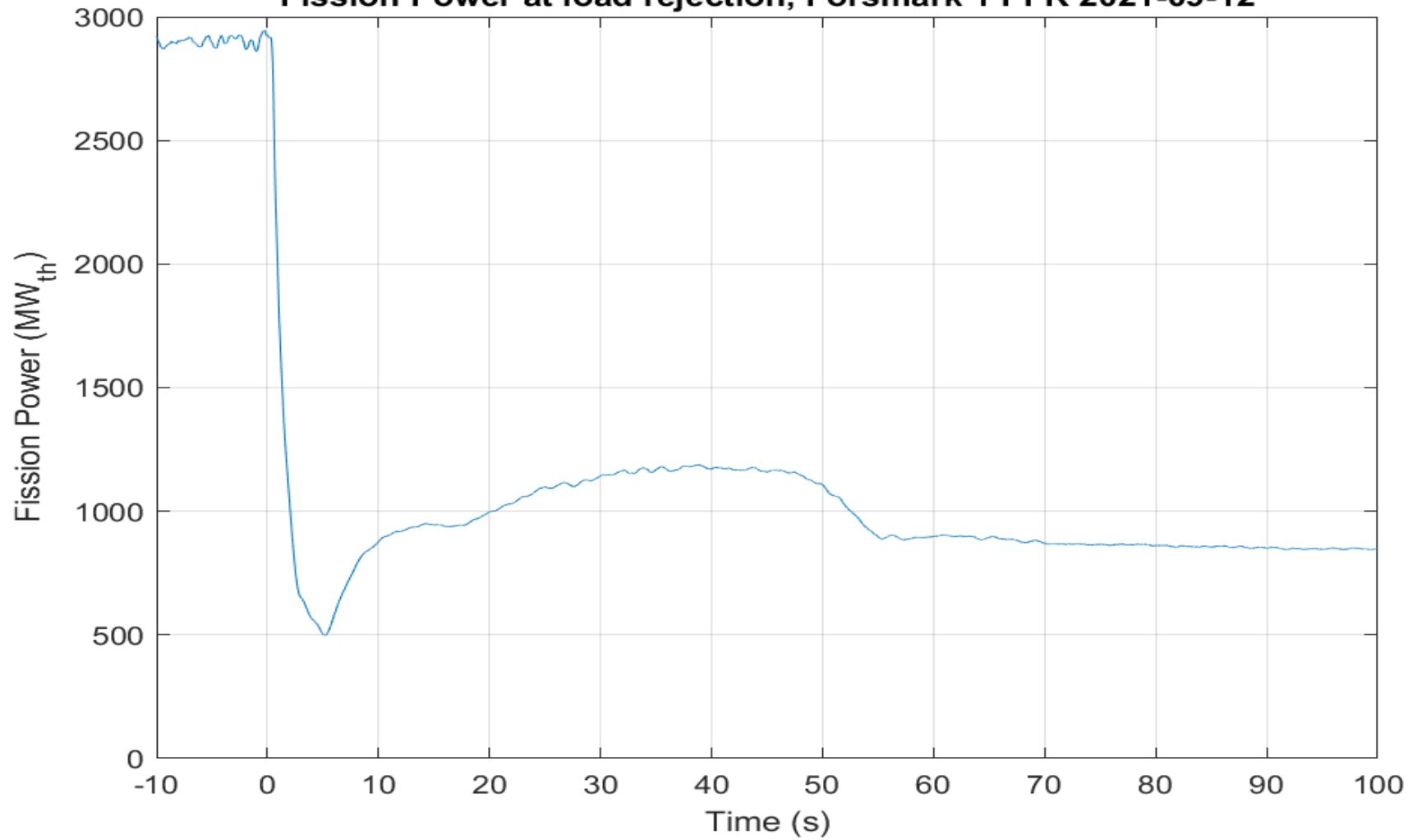


# This should have happened

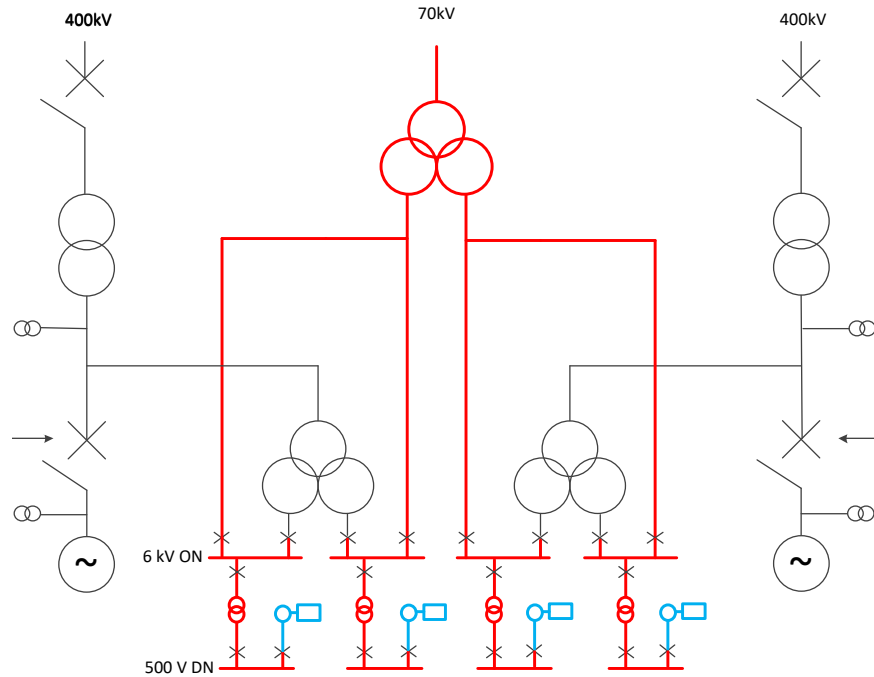




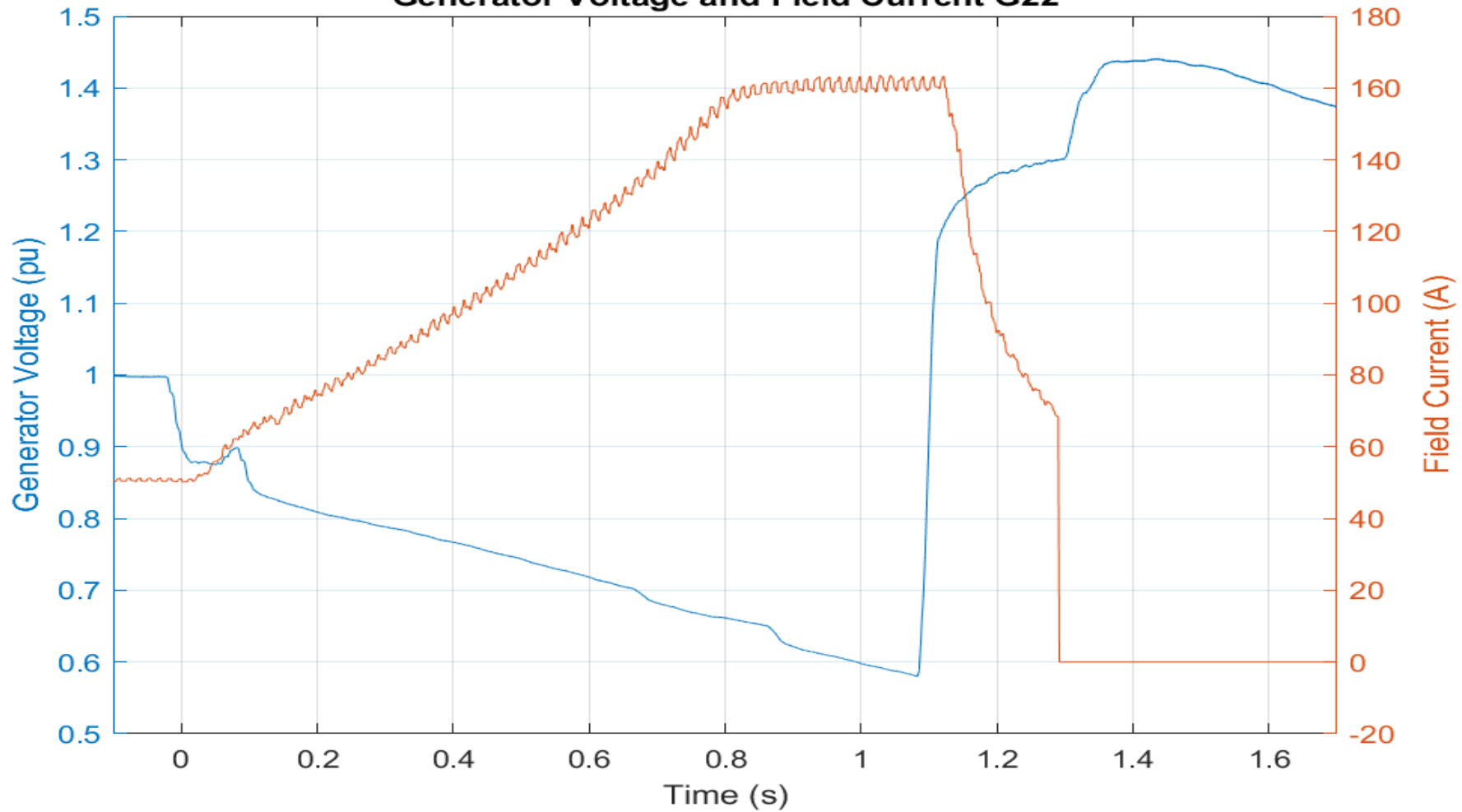
Fission Power at load rejection, Forsmark 1 PFK 2021-09-12



# This happened



### Generator Voltage and Field Current G22



From Wikipedia, the free encyclopedia



This article **needs additional citations for verification**. Please help [improve this article](#) by [adding citations to reliable sources](#). Unsourced material may be challenged and removed.

*Find sources:* "Northeast blackout of 1965" – [news](#) · [newspapers](#) · [books](#) · [scholar](#) · [JSTOR](#) (*April 2010*) (*Learn how and when to remove this template message*)

The **northeast blackout of 1965** was a significant disruption in the [supply of electricity](#) on Tuesday, November 9, 1965, affecting parts of [Ontario in Canada](#) and [Connecticut, Delaware, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Pennsylvania, Rhode Island, and Vermont in the United States](#). Over 30 million people and 80,000 square miles (207,000 km<sup>2</sup>) were left without electricity for up to 13 hours.<sup>[1]</sup>

## Cause [ edit ]

The cause of the failure was the setting of a [protective relay](#) on one of the transmission lines from the [Sir Adam Beck Hydroelectric Power Station No. 2](#) in [Queenston, Ontario](#), near [Niagara Falls](#). The safety relay was set to trip if other protective equipment deeper within the Ontario Hydro system failed to operate properly. On a particularly cold November evening, power demands for heating, lighting, and cooking were pushing the electrical system to near its peak capacity. Transmission lines heading into [southern Ontario](#) were heavily loaded. The safety relay had been misprogrammed, and it did what it had been asked to do: to disconnect under the loads it perceived. As a result, at 5:16 p.m. Eastern Time, a small



A map of the states and provinces affected. Not all areas



# **Solution of Non-Problems vs. Non-Solution of Problems**

Lester H. Fink\*

This brief note contains no figures of either sort, numbers or illustrations. Its purpose is not to impart information, but to stimulate thinking, and in fact its end may already have been served best by the posing of its title. However, for any who feel that the title may be more obscure than thought-provoking, let us begin by posing a number of questions which arise repeatedly in discussions of engineering literature:

# From "Solutions of Non-Problems vs. Non-Solution of Problems"

...the less we know about a problem, the simpler that problem and its solution seem to be.

# Non-Solutions

Without understanding of the real problems, pseudo-problems will be posed and possibly "solved" while the real problems remain unaddressed.

# Possible (likely?) scenario

- The problem remain unsolved due to dead-lock between different stake-holders
- A lot of modernization in the Power System increases the probability of a disturbance significantly
- System collapse that leads to loss of Power in the south of Sweden for 5 days
- House load operation is a service for the system

This scenario must be avoided!

# Options

- Overvoltage
- Field Current
- Early disconnection of one generator

How early can we disconnect?

U [%]

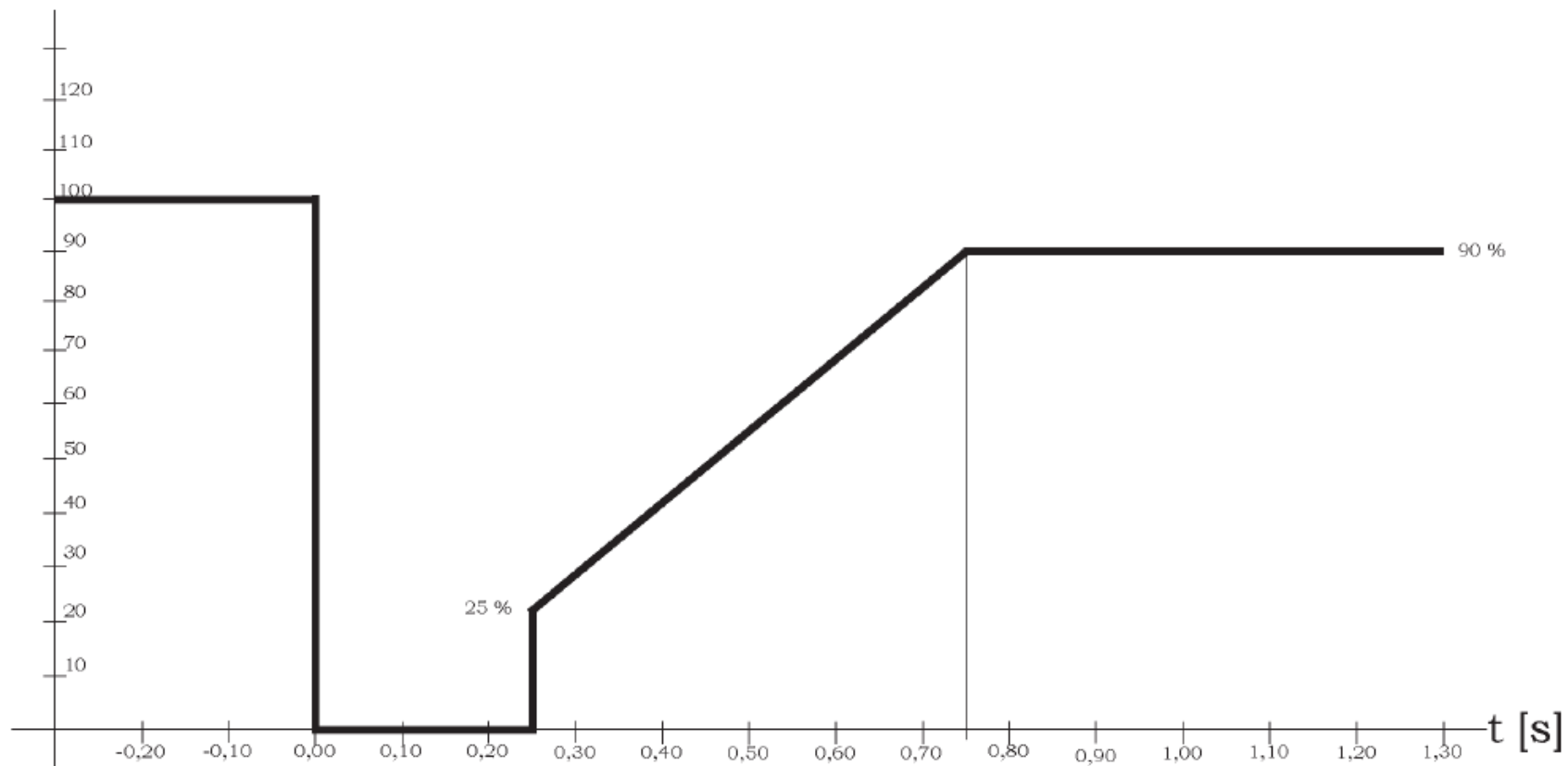
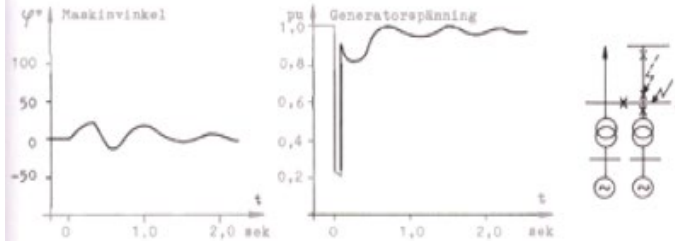


Fig. 13 Typexempel för störningsutveckling vid nätkortsutningar

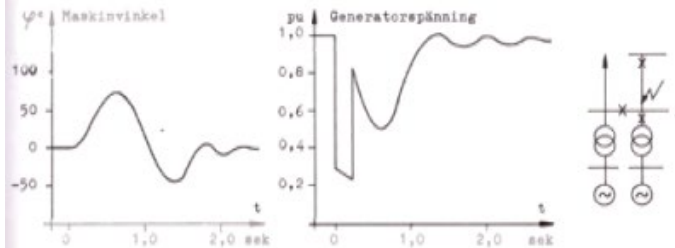
1. Lednings- eller samlingssekensfel med korrekt brytfunktion.

Exempel: Ledningsutlösning eller samlingssekenssektionering vid  $t = 0,10$  sek.



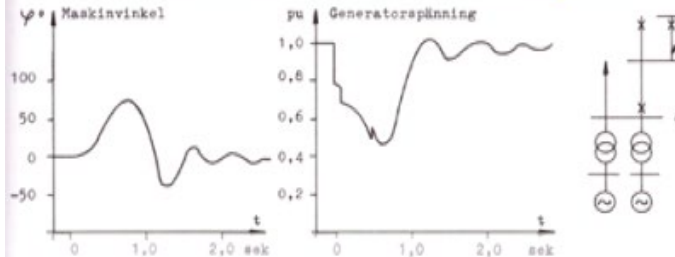
2. Ledningsfel med utebliven brytfunktion i näranda.

Exempel: Sektionering av skena A från brytarfölskydd vid  $t = 0,25$  sek.

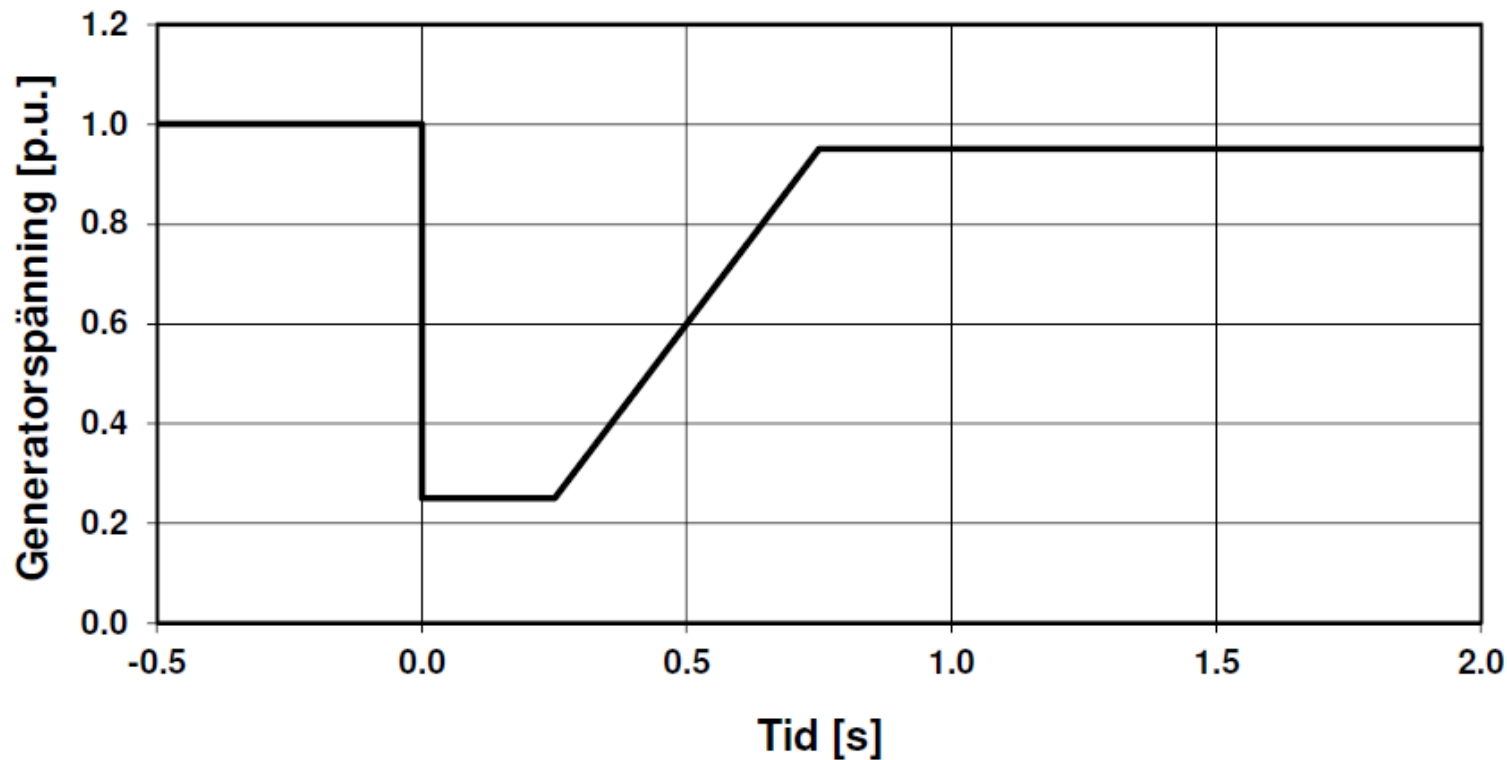


3. Lednings- el stationsfel i närliggande station och utebliven brytfunktion.

Exempel: Utlösning av ledningarna till skena B av relästag II vid  $t=0,5$  sek



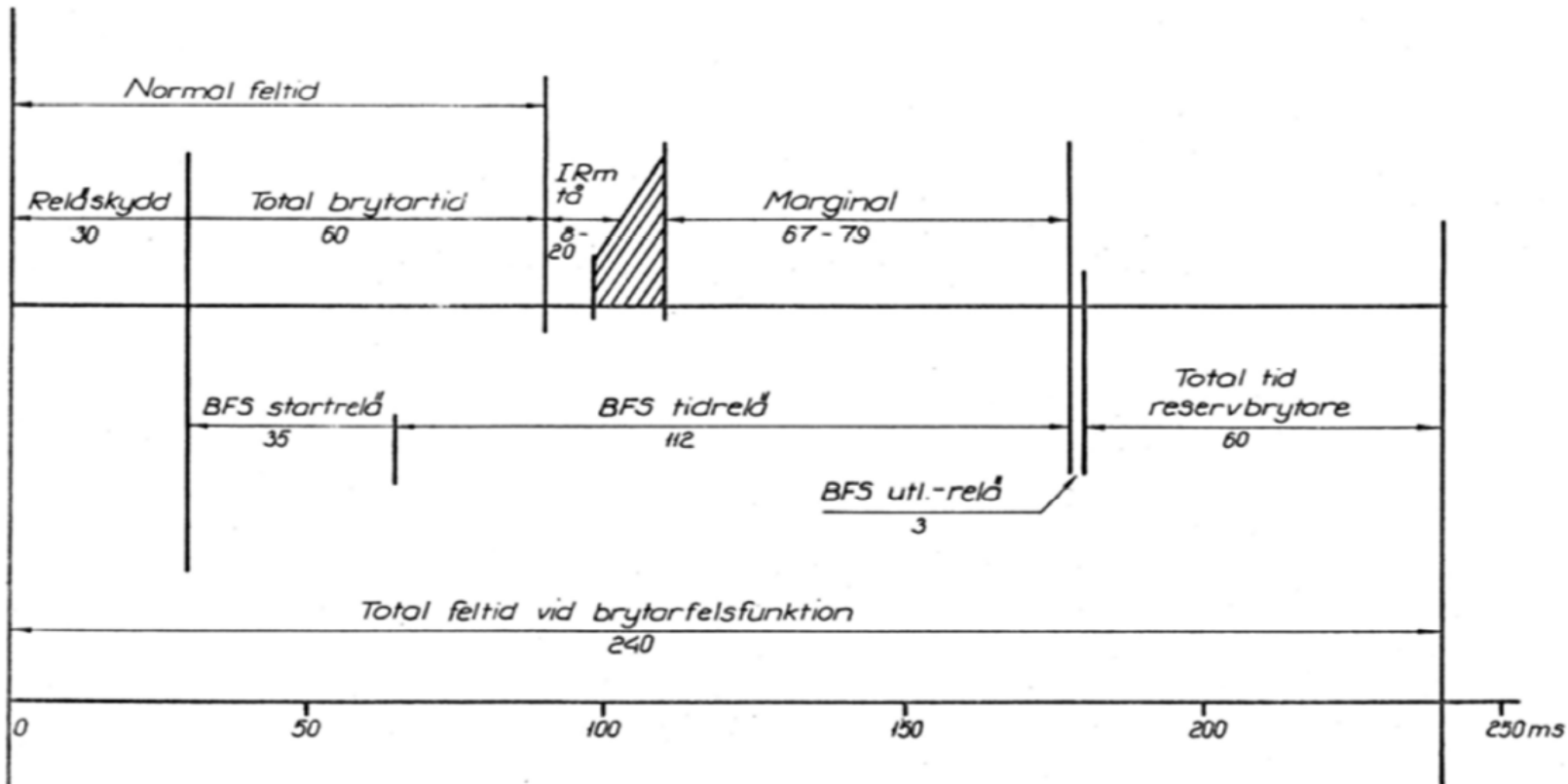
## Nordelprofilen (1975)



**Fig. 3: Spänningsprofil enligt Nordels Värmekraftspecifikationer [30]**



*Allmänt råd:* De störningsfall som legat till grund för kraven i 5 och 6 §§ är närbelägen kortslutning i anslutande maskade stamnät i kombination med ej fungerande normal felbortkoppling. Resultatet blir förlängd fränkoppling. Spänningen kommer därvid att bli låg under såväl kortslutningen, som följande utpendling. **Kraven ges som schablon för dimensionering av hjälpkraft m.m. hos aggregatet. Inställning av skydd och reglering skall däremot anpassas efter aktuella nätförhållanden.**



Obs! Strömdetektorrelät IRM har en övergångstid  $t_0 \approx 8\text{ms}$  men kan kvarhållas av Is-transienter från strömtransformatorn i ytterligare 10-15ms

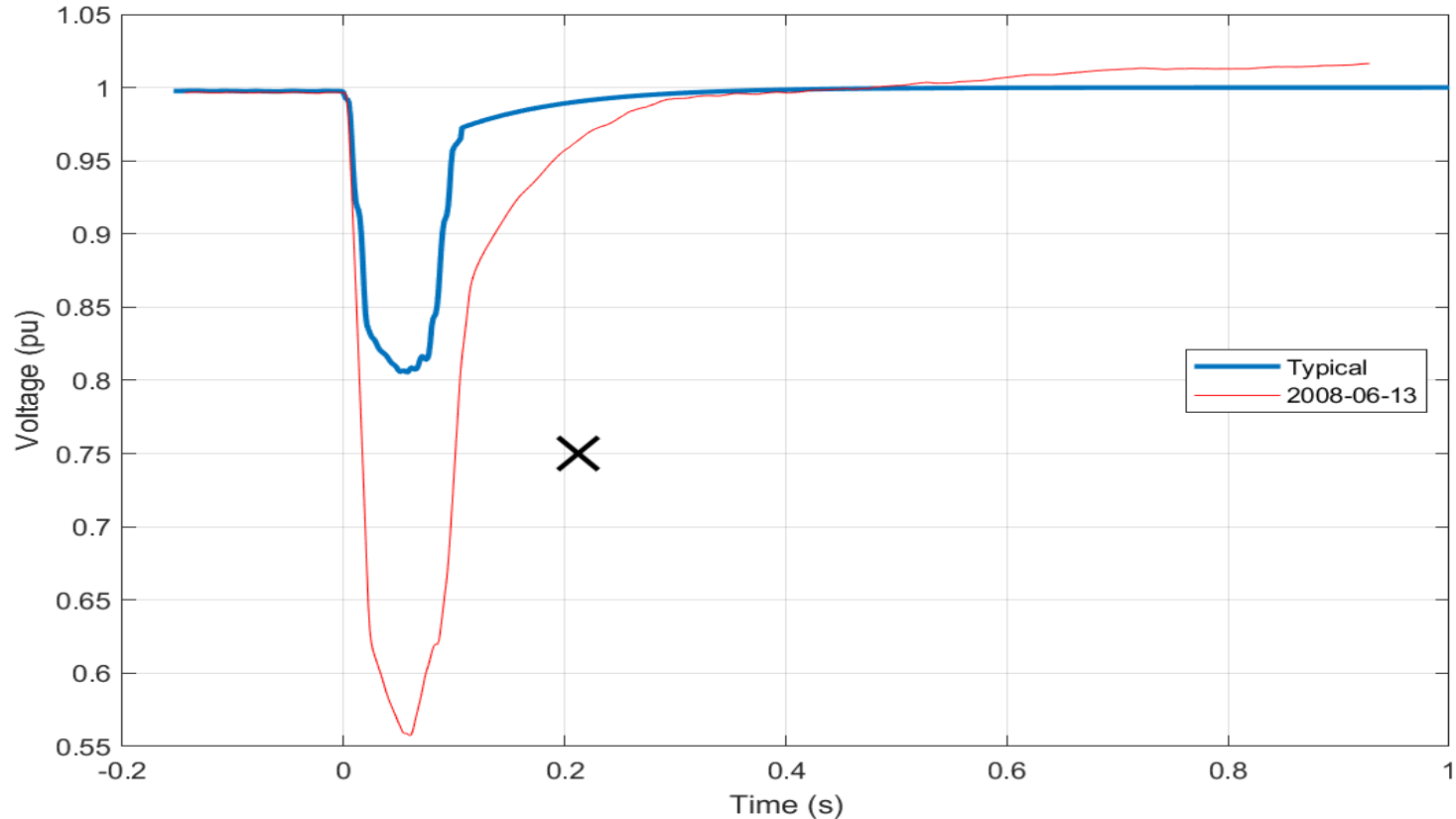
## Kortslutningar, spänningsvariationer

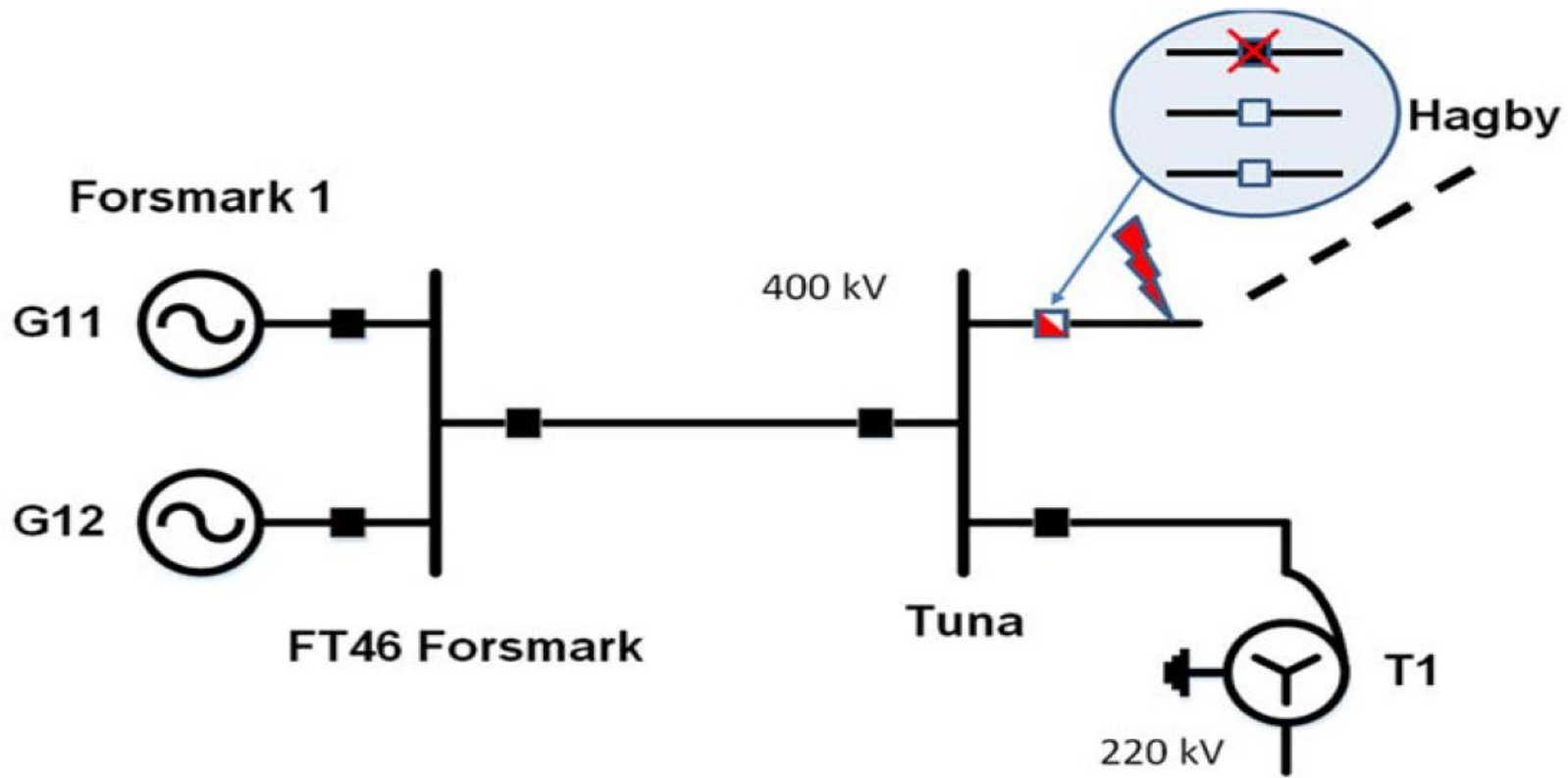
**5 §** Stora anläggningar skall, med bibehållen nätanslutning, klara variationer i spänningen på en eller flera faser i det anslutande maskade stamnätet ned till 0 % under 0,25 sekunder, följt av ett språng på 25 % och sedan linjärt ökande spänning under 0,5 sekunder upp till 90 % spänning, som därefter består. Kraven åskådliggörs grafiskt i Bilaga 3.

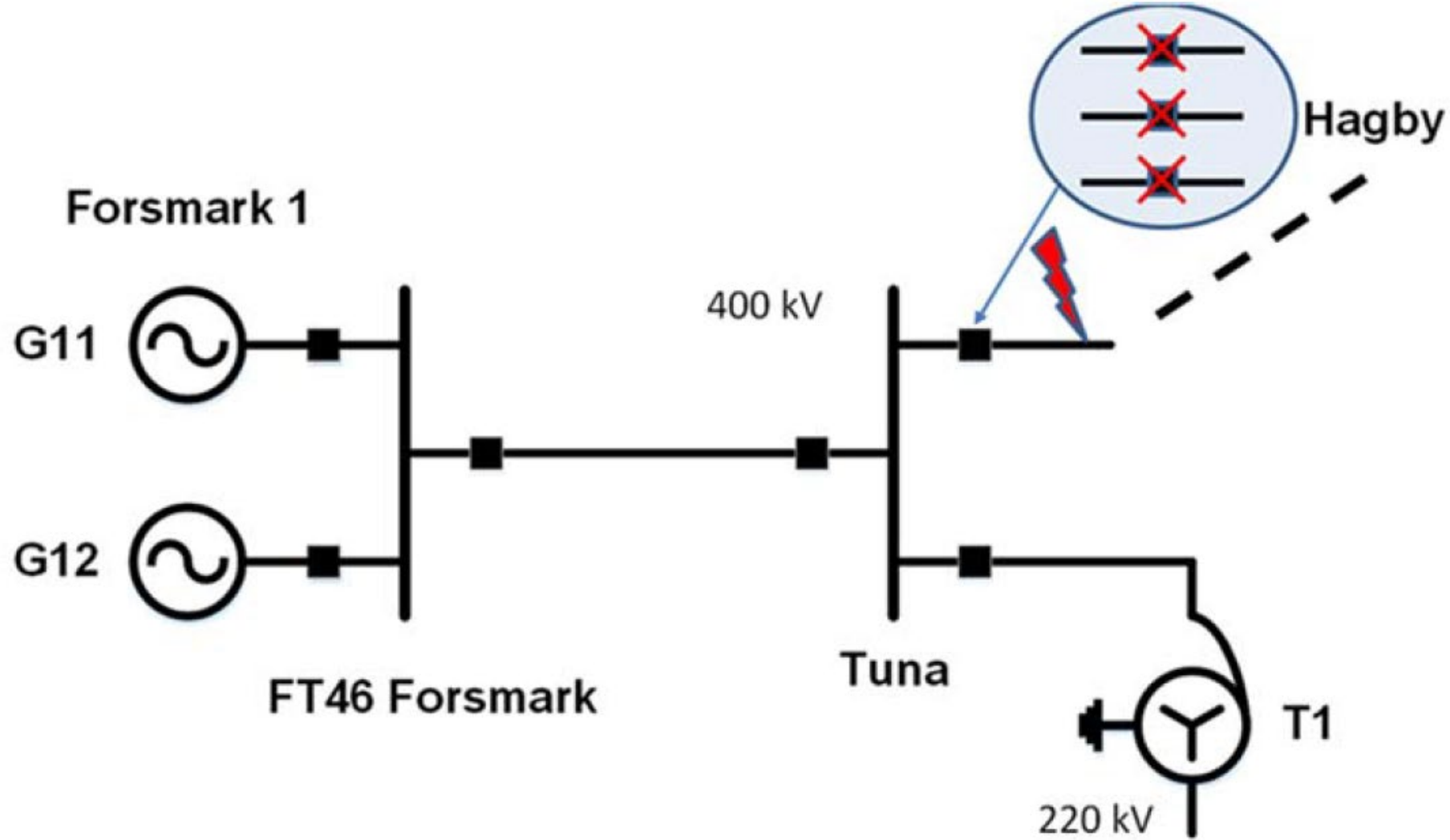
Medelstora och små anläggningar skall, med bibehållen nätanslutning, klara variationer i spänningen på en eller flera faser i det anslutande maskade stamnätet ned till 25 % under 0,25 sekunder och sedan 90 % spänning, som därefter består. Kraven åskådliggörs grafiskt i Bilaga 4.

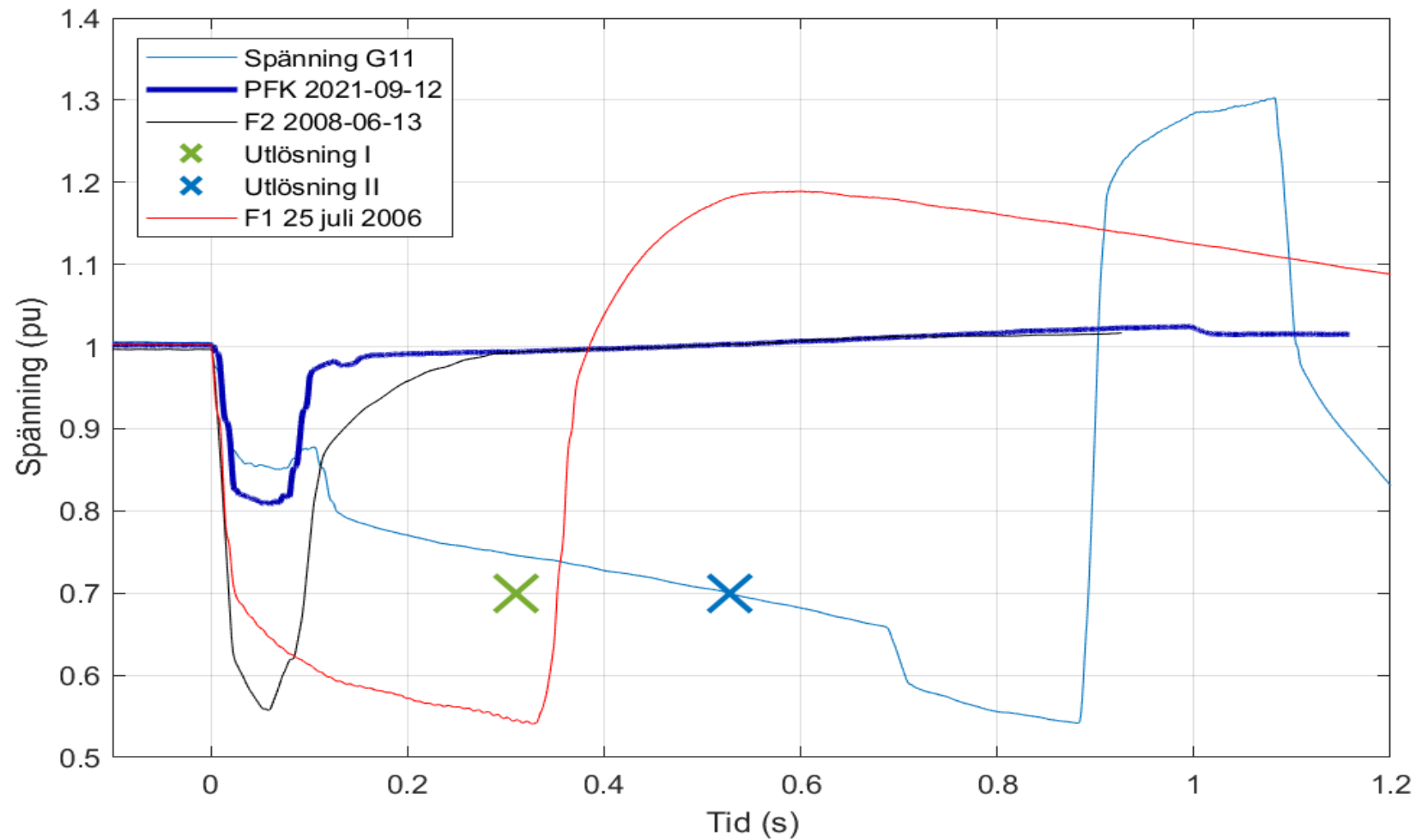
Stora, medelstora och små anläggningar skall, med bibehållen nätanslutning, klara de variationer i spänningen, på en eller flera faser, som kan uppträda vid momentant bortkopplade fel i det anslutande maskade nätet.

# Short circuit – Generator Voltage







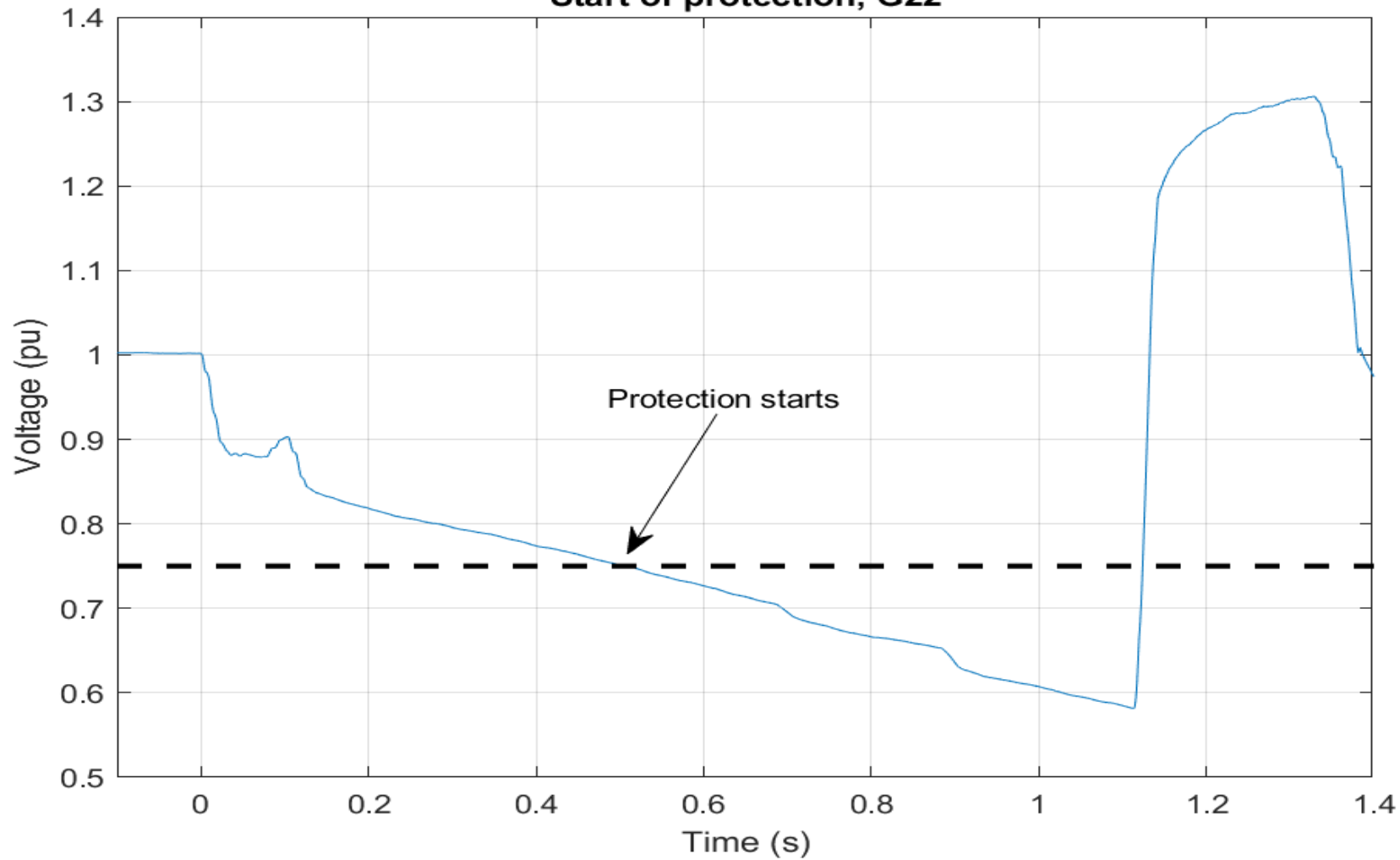


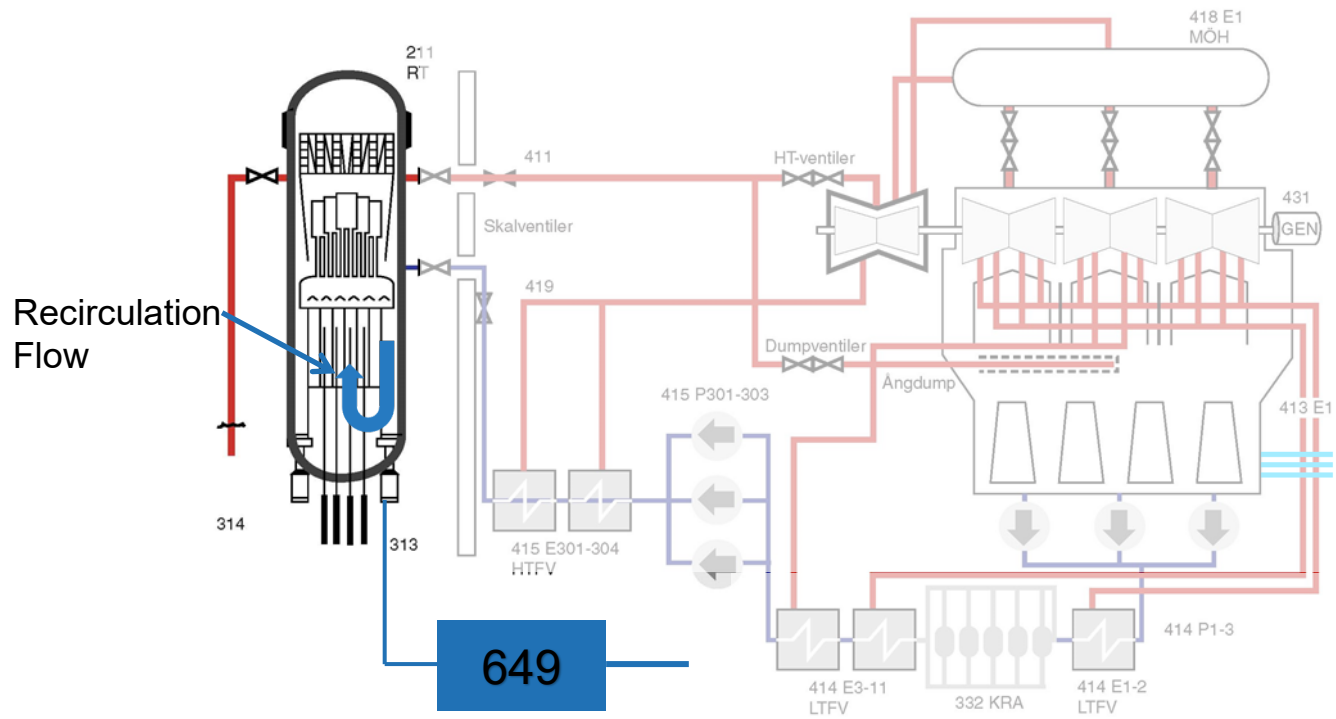
# Protection setting

- Starts when  $U < 75\%$
- Activated if  
 $t > 0.55\text{ s AND } U < 63\%$



### Start of protection, G22

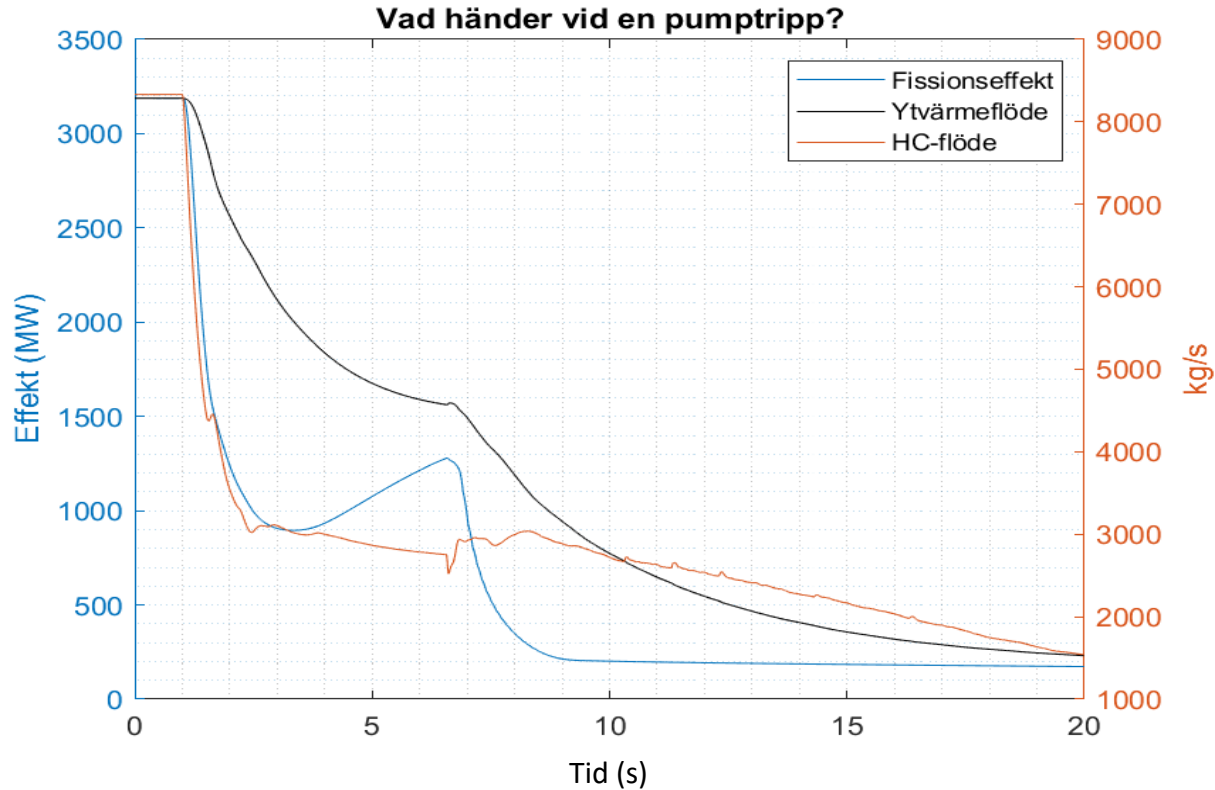




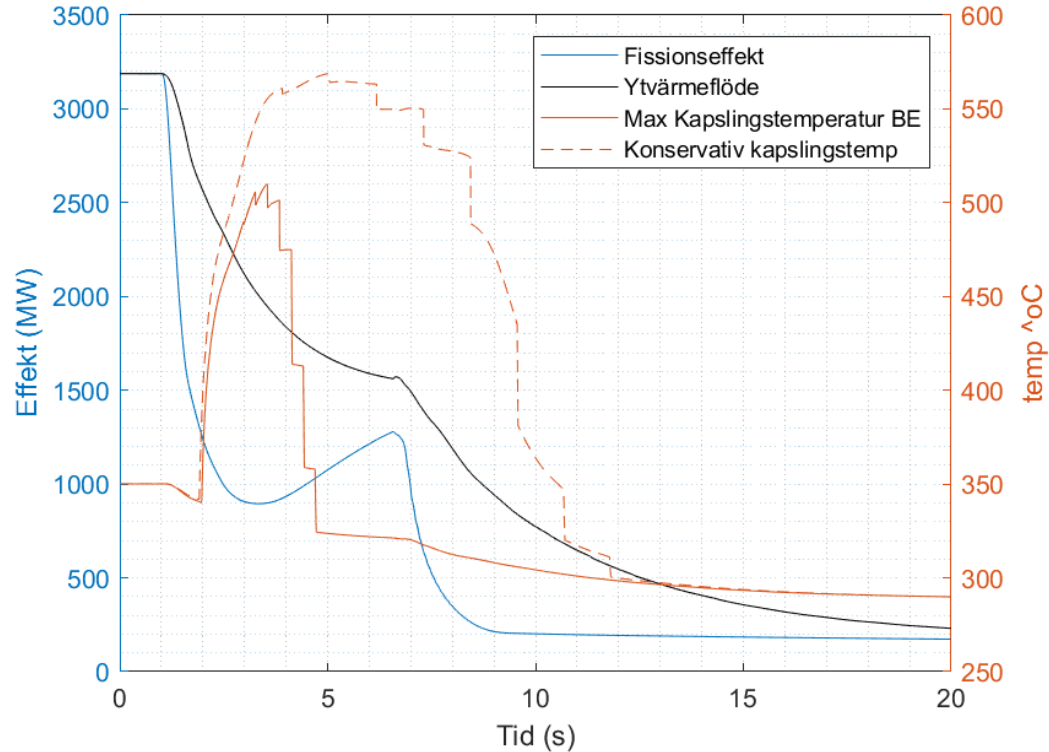
F12-A1-600-008  
2000-01

Nordic Electric Power System  
seminar, Chalmers

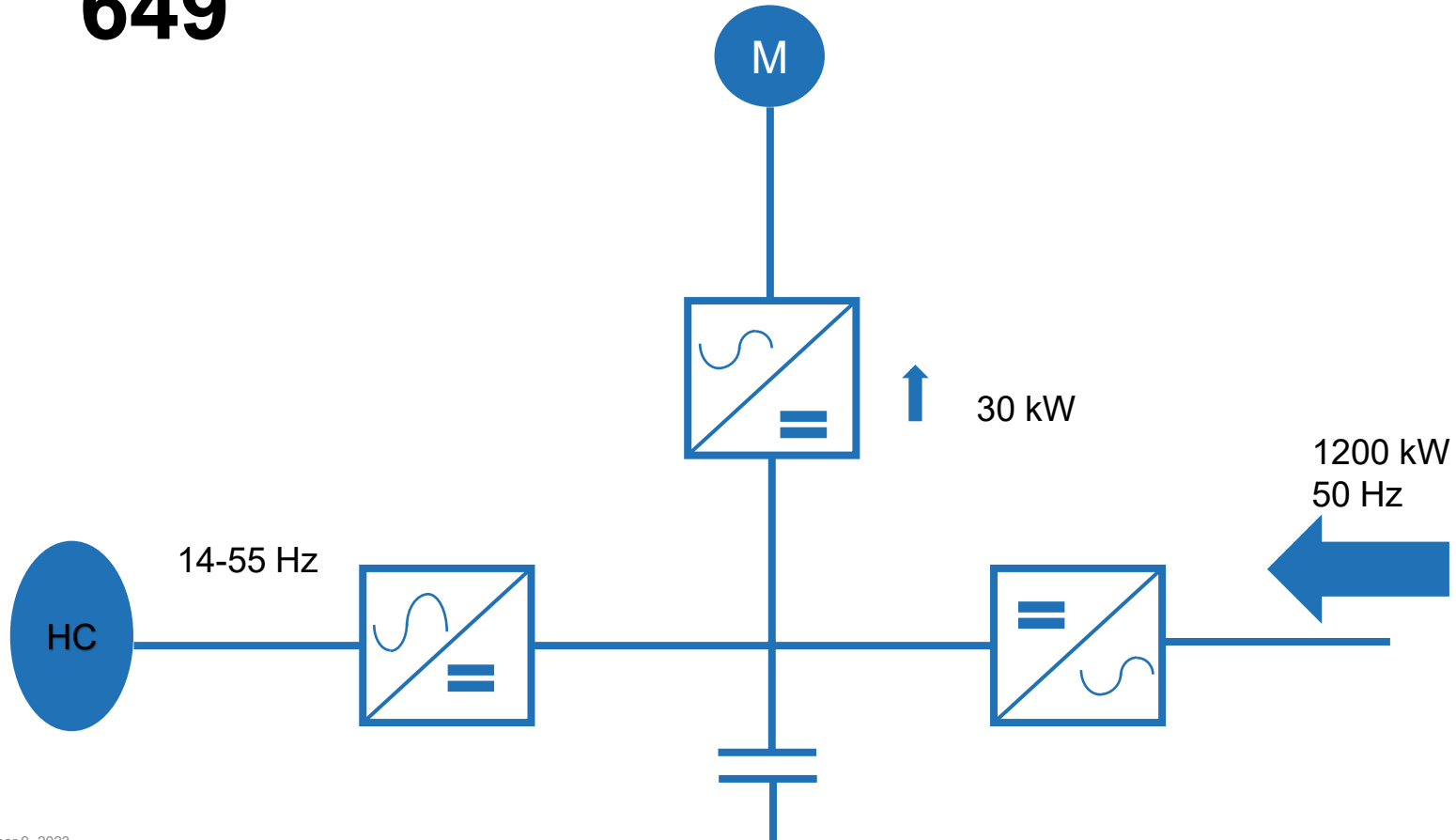
# Pump trip – Instantaneous loss of Power



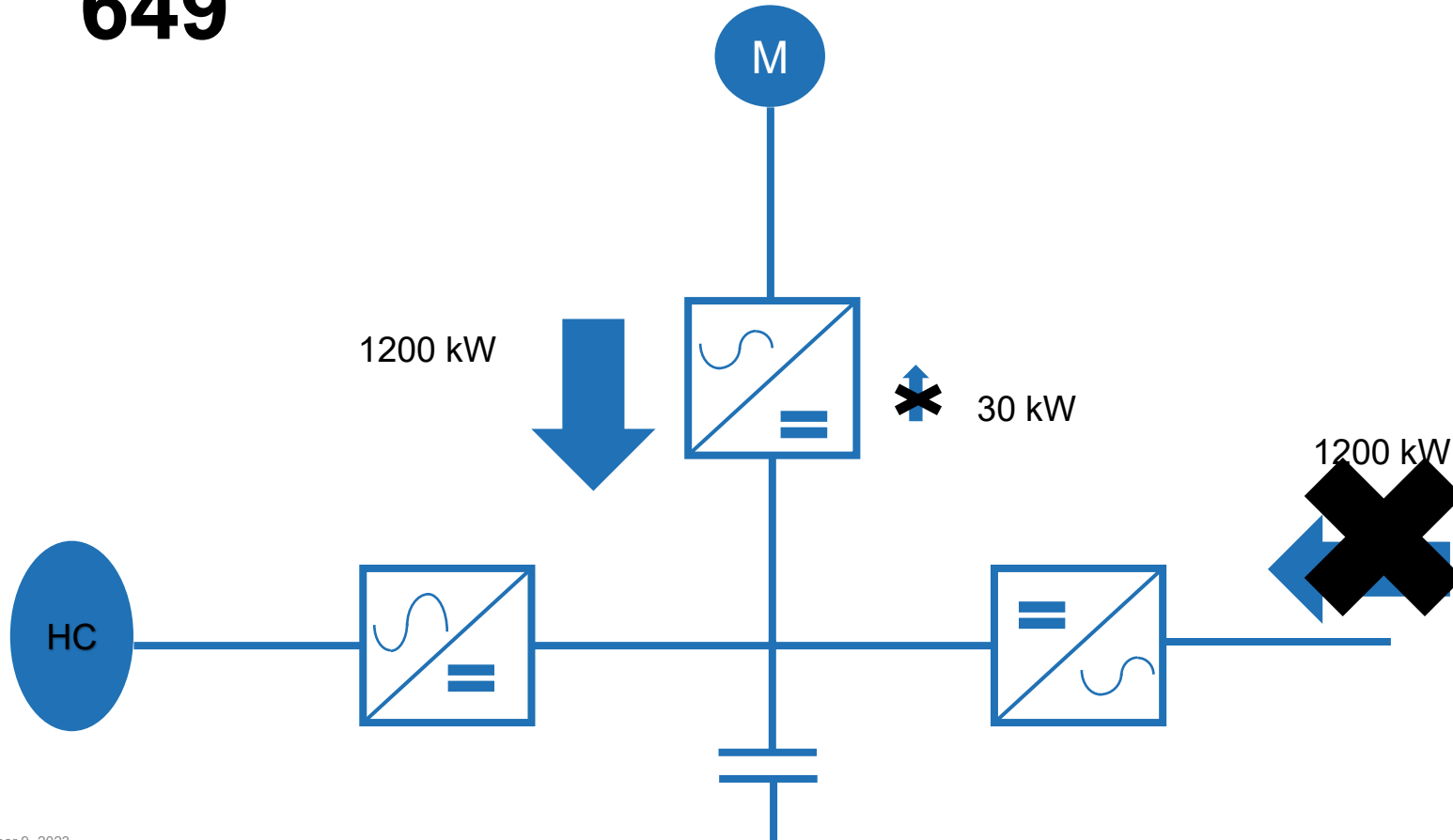
# Pump trip – Instantaneous loss of Power



# 649



# 649



# Final remarks

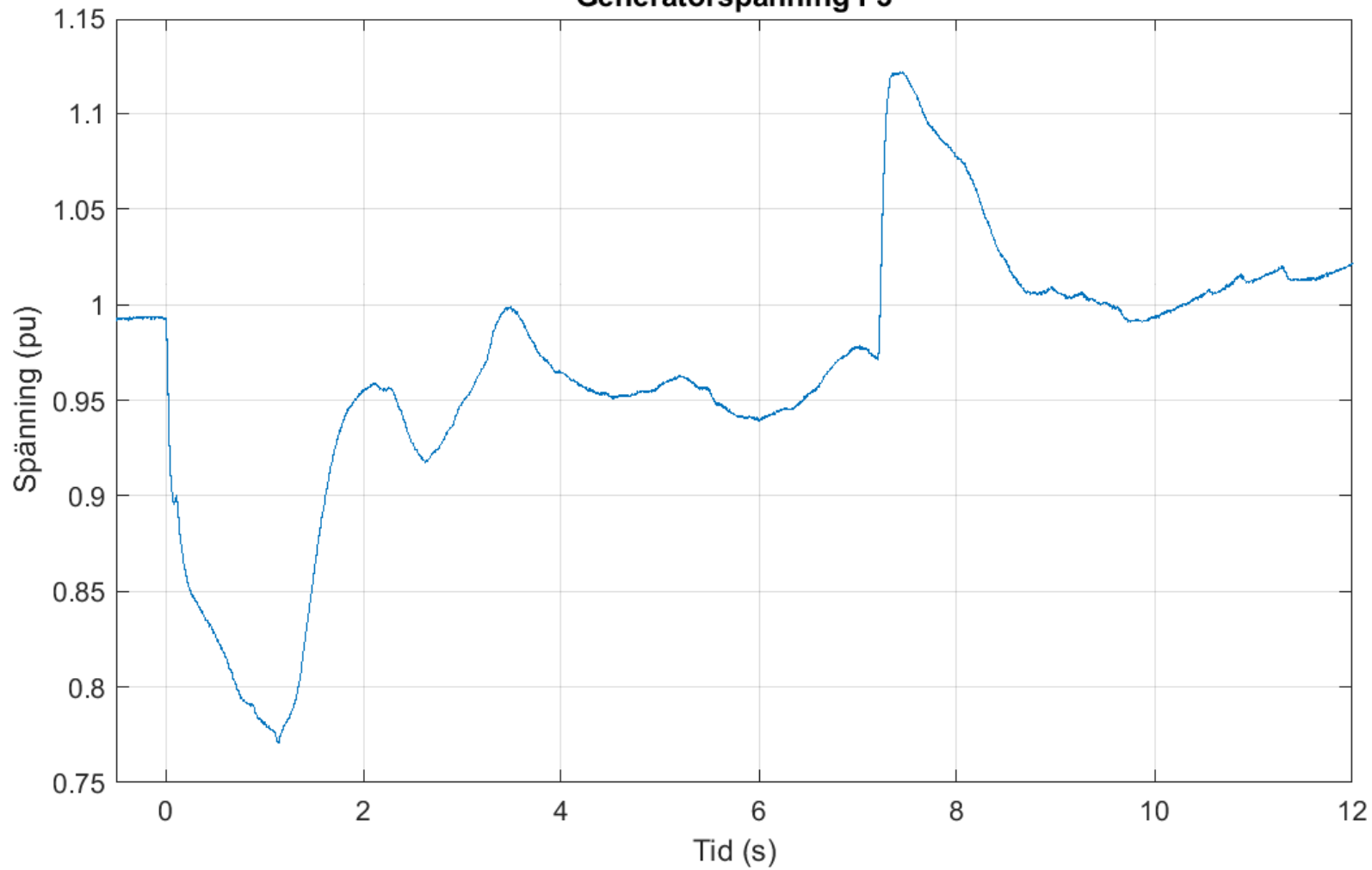
- Quick fix: disconnect one machine early
- Later on: Harmonize field current control and overvoltage protection such that disconnect from the grid does not lead to opening of generator breaker
- "Know Why" combined with data rather than formal compliance
- Solve real problems – it's fun!

All models are wrong, but some are useful  
*George Box*



# Bilder som kan supporta förväntade frågor, visas ej annat än om de behövs

### Generatorspänning F3



## 9 kap. Undantag

1 § Svenska Kraftnät får efter ansökan medge undantag från dessa föreskrifter, för viss anläggning, om det föreligger ekonomiska eller andra skäl att undanta anläggningen helt eller delvis från bestämmelserna i föreskrifterna och anläggningens innehavare kan visa att en avvikelse från ett eller flera krav inte har någon påtaglig negativ betydelse för driftsäkerheten i det nationella elsystemet.

FKA synes dock ha missuppfattat några väsentliga frågor av betydelse för prövningen. Den mest elementära av dessa är frågan om en deterministisk eller probabilistisk metod ska användas. FKA framhåller alltjämt den probabilistiska metoden genom att påstå "... ju mer försumbara följderna är, respektive ju mer sällanförekommande ett fel eller en risk är – desto mindre påtaglig är den negativa betydelsen för elsystemet.". Detta är direkt felaktigt. Det är uppseendeväckande att en kärnkraftsanläggningsinnehavare argumenterar för ett sådant synsätt. Det är såväl lämpligt som allmänt vedertaget att vid säkerhetsbedömningar av aktuellt slag att utgå ifrån att det oväntade kan inträffa och också inträffar, dvs. en deterministisk metod. Det går knappast att försvara en annan utgångspunkt