

**Initiativ att etablera ett forskningscentrum  
inom området *Elektromagnetisk Terrorism*  
vid *High Voltage Valley* i Ludvika**

**Mats Bäckström**

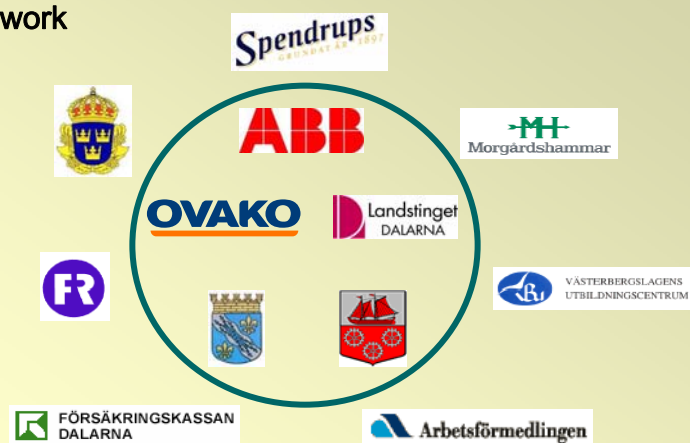
**Saab Communication, Linköping**

Föredrag vid IEEE/SNRV-möte, Linköping den 2 oktober 2007.



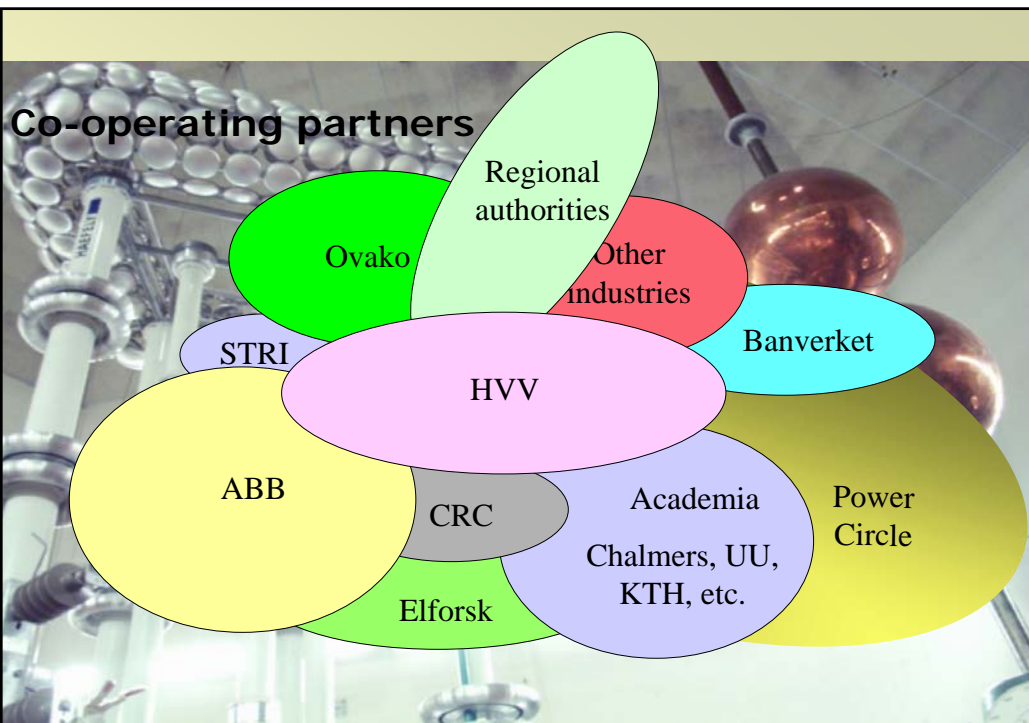
# samarkand2015

The network



# High Voltage Valley

– Applying Innovations in Collaborative Electrical Power Transmission Research



## Characteristics

# High Voltage Valley – Characteristics

- Present Research Areas:
  - Extreme Insulation & 800 kV DC
  - New Grid Solutions – Components & Systems
  - **Grid Security**
  - Power from Shore
  - Power Conversion & Quality
- Graduate and continuous education



## Facilities

# Laboratories in Ludvika



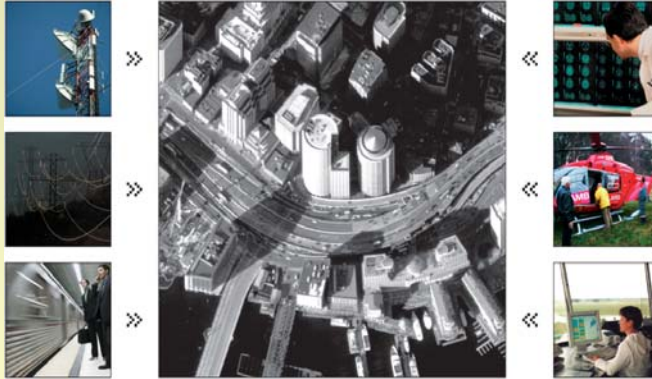
- STRI
  - High Voltage Laboratory
  - Pollution & Climate Hall
- ABB High Power Laboratory
- ABB Mammoth Hall High Voltage Laboratory



## Elektromagnetisk terrorism, *Intentional EMI*, tänkbara mål:

### • Elkraftförsörjning

- Telekom
- Radio- och TV
- Betalningssystem
- Industrianläggningar
- Trafikledning
- Datornätverk
- Sjukvård
- Mat- och vattenförsörjning
- .....



## Elektromagnetisk Terrorism

- HPM (*High Power Microwaves*): →
- Injicering av strömpulser på inkommande kraft- och signalledningar
- Enkla störsändare. Enkla och billiga att bygga: →
- Höghöjds-EMP (HEMP): ↻



Bilder:  
FOI



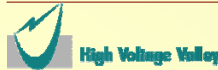
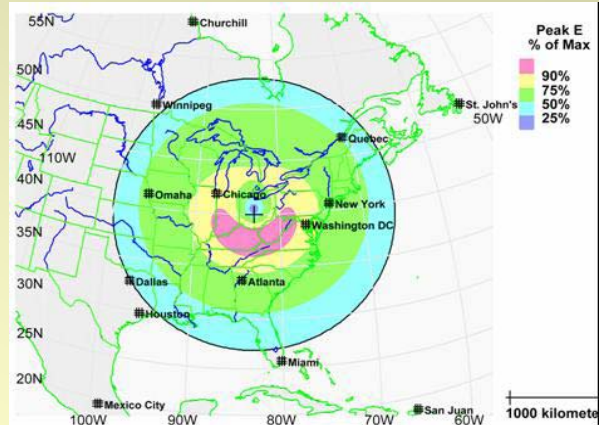
Enkel GPS-störare



## Report of the EMP Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack

“EMP is one of a small number of threats that can hold our society at risk of catastrophic consequences. EMP will cover the wide geographic region within line of sight to the nuclear weapon. It has the capability to produce significant damage to critical infrastructures ...”

“ The primary avenues for catastrophic damage to the Nation are through our **electric power infrastructure** and thence into our telecommunications, energy, and other infrastructures.



### Skydd mot HEMP. Läget i Sverige (G. Undén, 2006):

Inom det militära försvarets system har ett stort antal fasta och mobila anläggningar skyddats mot E1-komponenten av HEMP. Skyddsstatusen hos äldre anläggningar kan emellertid ha minskat beroende på att åldring kan ha degraderat EMP-skyddet. På många system som idag tas fram till det militära försvaret, ställs krav på EMP-skydd.

Inom totalförsvarets civila delar finns EMP-skydd endast i ett fåtal funktioner, främst funktionerna civil ledning, räddningstjänst och telekommunikationer.



# HEMP

$E_1$  – early-time HEMP,  $E_2$  – intermediate-time HEMP,  $E_3$  – late-time HEMP

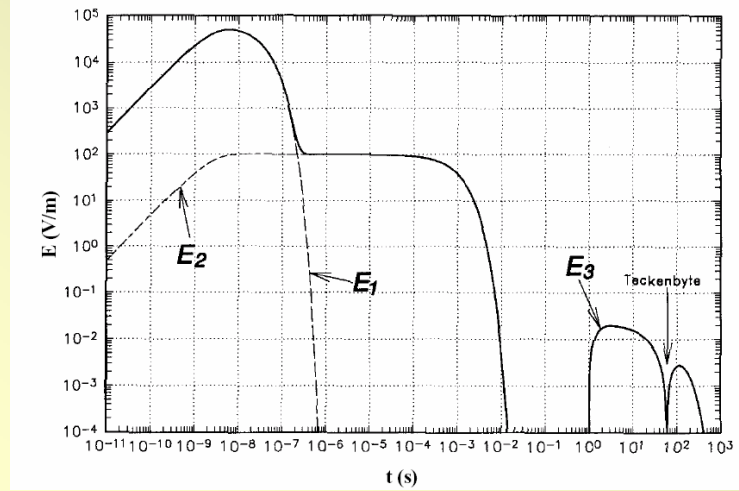


Bild från  
**FMV**



Geomagnetiska stormar kan ge liknande effekter som  $E_3$

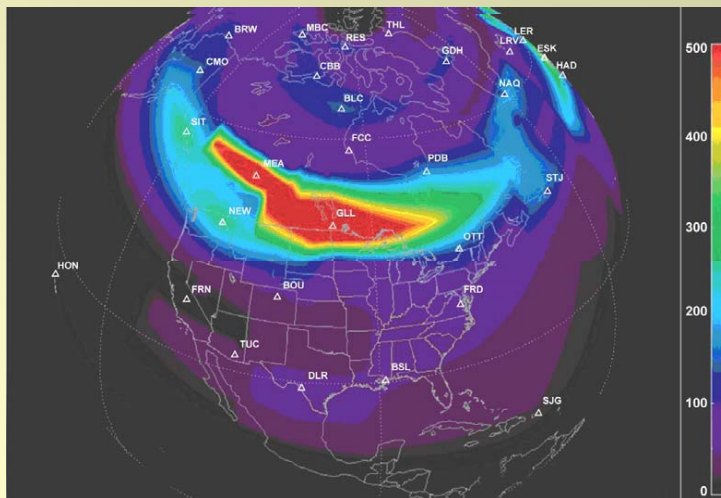


Figure 5. Extent of 1989 Geomagnetic Storm (Metatech Corp., USA)



## Elektromagnetisk terrorism. Skyddsläget för elnätet

För elnätet finns inga krav på tålighet mot Höghöjds-EMP (HEMP) eller andra typer av elektromagnetisk terrorism (IEMI) .

Däremot finns EMC-krav, t.ex. avseende skydd mot åska.



## Elkraftnätets tålighet mot HEMP (E1) – FOA:s bedömning 1989

### 1. KRAFTVERK

De inbyggda filterfunktioner som finns i konventionell kraftutrustning liksom reflexioner, avledning och fasvridning kommer att minska i hotet från ledningsbunden EMP, ett hot som i detta fall kan jämföras med åska.

Ett hot av en annan karaktär och svårare att ha under kontroll kan förväntas från de strömmar och spänningar som induceras direkt i eller i omedelbar närhet av kraftverket och som kan skada oskyddad utrustning. **Införande av digital teknik bör föregås av noggrann utredning av känsligheten hos styr-, regler- och kommunikationssystem.**



## Elkraftnätets tålighet mot HEMP (E1) – FOA:s bedömning 1989

### 2. HÖGSPÄNNINGSNÄT

Trots att det svenska kraftsystemet har mycket hög grad av redundans för att täcka olika fall av fel, torde en höghöjds-EMP ge stora skadeverkningar på landets elkraftnät eftersom den skulle resultera i en samtidig EMP-våg på kraftnätet av storleksordningen 100 kV. De långa 400 kV-ledningarna i stam-nätet skulle med all sannolikhet klara en sådan påkänning, vilket däremot inte gäller för 10, 40 eller 130 kV med påföljd att brytare löser ut. Under några sekunder skulle 400 kV-nätet vara i "gungning" med sekundäreffekter i form av kortslutningar. Risk finns för att driftuppbyggnadssystem slås ut. **Det allvarligaste hotet mot transmissionsnätet är alltså samtidigheten i de effekter en höghöjds-EMP ger och de påfrestningar det innebär om brytare i nätet slår ifrån och slår till på en gång. Ytterligare en komplikation är att lokala och regionala problem skulle kvarstå under lång tid på grund av svårigheter att lokalisera och åtgärda en stor mängd fel.**



## Elkraftnätets tålighet mot HEMP (E1) – FOA:s bedömning 1989

### 3. INFORMATIONSOVERFÖRING

**Automatiseringen av kraftstationerna och koncentrationen av styrsystemen till stora datoriserade anläggningar torde medföra en ökad sårbarhet för EMP.** Vissa modifieringar av kabeldragning etc. vid Räcksta-anläggningen har gjort driftövervakningen mindre störcänslig, men ingen undersökning har gjorts av tåligheten i mindre anläggningar och **sårbarheten för EMP i Vattenfalls informationssystem måste bedömas vara stor.**



### Elektromagnetisk terrorism. Läget 2007 jämfört med 1989:

- Ökad användning av datorer och elektronik för styrning, övervakning och skydd.
- **HEMP. USA:s bedömning att E2- och E3-komponenterna kan orsaka stora skador:** "The most significant risk is synergistic, because the middle and late-time pulses follow after the early-time pulse, which can impair or destroy protective and control features of the power grid." (EMP Commission Report, 2004)



### Kritiska System:

- Krafttransformatorer (värsta fall scenario, USA, att hundratals stora krafttransformatorer skadas samtidigt av HEMP. Årsproduktion  $\approx$  100 per år. Uppgifter från Dr. W. Radasky 2006)
- Skyddsreläer
- Kommunikationsutrustningar (radiolänk, fiberoptik,..)
- Driftcentraler med
  - SCADA (styr- och övervakningssystem) och
  - RTU (Remote Terminal Unit) och Sensorer i stationerna



## SCADA Components

### 1. Central control center



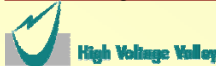
### 3. Remote terminal units (RTUs) & sensors



### 2. Communication channels

SCADA systems have remote RTUs that can sense, monitor and inform operators of possible system failures due to infrastructure degradation.

From prof Saifur Rahman, "ICT-Integrated Energy Infrastructure", 4th EAPC/PfP Workshop on Critical Infrastructure Protection & Civil Emergency Planning, Zurich, 24-26 August 2006



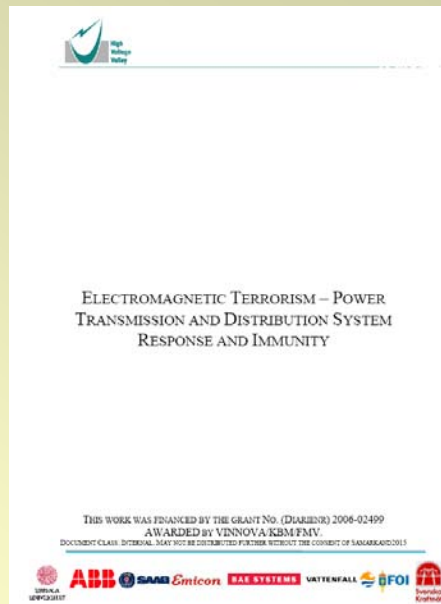
## Aktiviteter och initiativ med HVV som huvudaktör:

- Vinnova förstudie "**Electromagnetic Terrorism – Power Transmission and Distribution system Response and Immunity**". Januari – juni 2007. Cirka 500 kSEK.
- Förslag till EU, DG – JLS, the Directorate-General for Justice, Freedom and Security, inlämnat i juli 2007. "**Assessment and mitigation of risk for disabling control centre of large power networks by intentional radiofrequency interference**". Besked i september.
- Förslag till Vinnova, utlysning för säkerhetsforskning 2007. Inlämnat 4 september 2007. "**Elektromagnetisk Terrorism – Sårbarhet och skydd av det svenska el-kraftnätet**".
- Budget max 5 MSEK/år under 3 år. Besked senast 3 december.



## Vinnova förstudie.

1:a halvåret 2007.



## Work packages

- WP0: Intentional EMI context
- WP1: Likely response of Swedish power grid in the event of HEMP
- WP2: Most critical facilities for HPEM/Jamming attack
- WP3: Adequacy of standards and test methods
- WP4: Development of surveillance technologies for critical facilities
- WP5: Contingency plan in the event of a successful HEMP/HPEM/Jamming attack
- WP6: Hardening and protection technologies
- WP7: Establish a training school



**DG – JLS**, the Directorate-General for Justice, Freedom and security Directorate-General for Justice, Freedom is one of the European Commission's 36 departments.

**DG JLS - FP "Security and Safeguarding Liberties"**

**Specific Programme. "Prevention, Preparedness and Consequence Management of Terrorism and other Security related risks"**

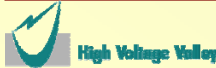
**Electricity Networks – Likely Call 2007 contents**

- Procedures, training and tools for rapid restoration of power systems and transmission of electricity after major black-outs
- Assessment and mitigation of risks for disabling of critical network control centres by vicious attacks or technical manipulation
- Procedures, training and tools for rapid restoration of transmission of electricity after major black-outs.

Information and Brokerage Day – Vienna, 28 February 2007

SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME

Eg. partners: Samarkand2015, Uppsala Universitet, TNO (NL), SPI (Litauen)



## Vinnova säkerhetsutlysning 2007.

### *Elektromagnetisk Terrorism – Sårbarhet och skydd av det svenska el-kraftnätet*

Partners och medverkande organisationer:

- High Voltage Valley
- Uppsala Universitet
- Emicon
- Saab Communication (konsult)
- ABB
- Svenska Kraftnät
- FOI
- Metatech Corporation, USA (konsult)



