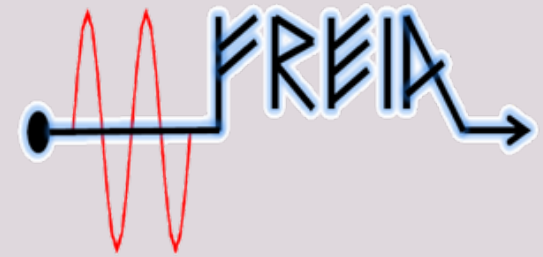




UPPSALA
UNIVERSITET



FREIA Laboratory

A Facility for Research Instrumentation and Accelerator
Development

operating as a link between Big Science and
Swedish Industry

Facility for Research Instrumentation and Accelerator Development



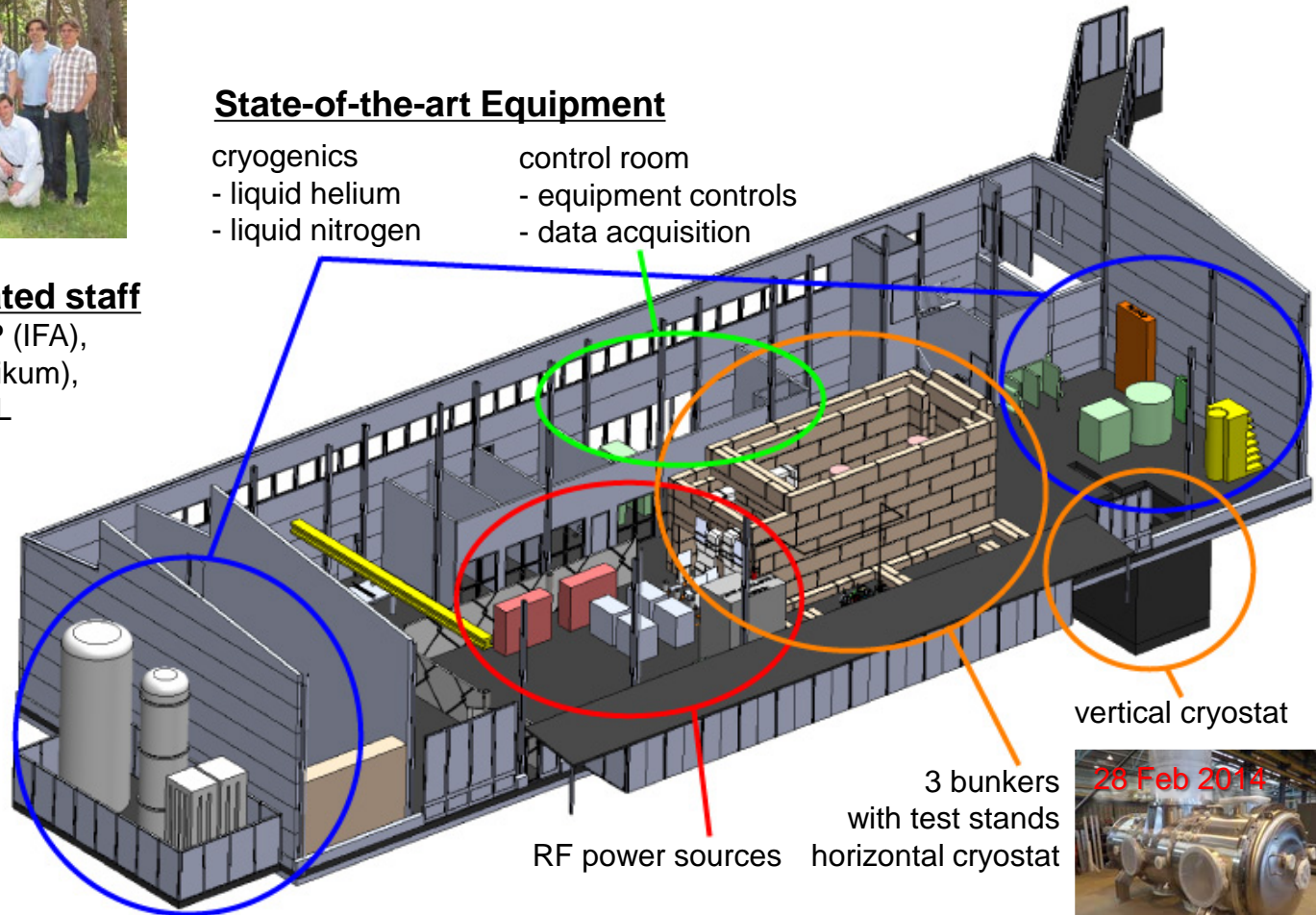
State-of-the-art Equipment

- cryogenics
 - liquid helium
 - liquid nitrogen
- control room
 - equipment controls
 - data acquisition

Competent and motivated staff

collaboration with HEP & NP (IFA),
solid-state electronics (Teknikum),
Ångström workshop and TSL

Funded by
KAWS,
Government,
Uppsala Univ.



The New FREIA Laboratory



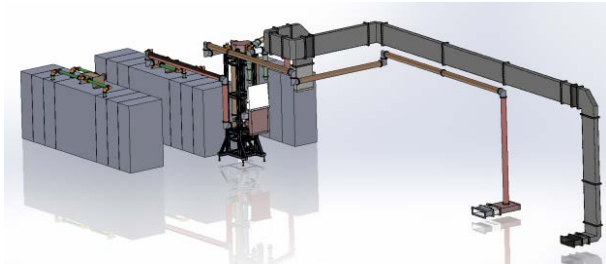
**2K
9 Dec. 2014**



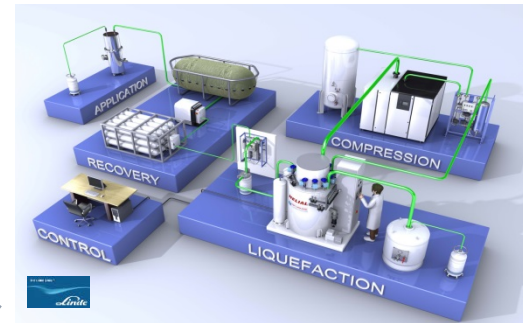
**First Liquid Helium
14 March 2014**



- The main subsystems needed for the ESS development and test project



RF Power Source

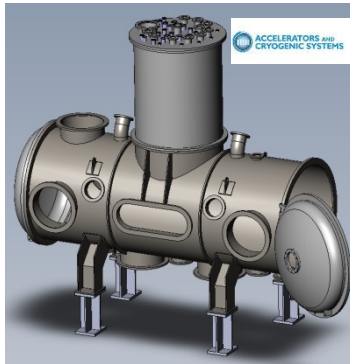


Cryogenics

Courtesy of P. Duthil

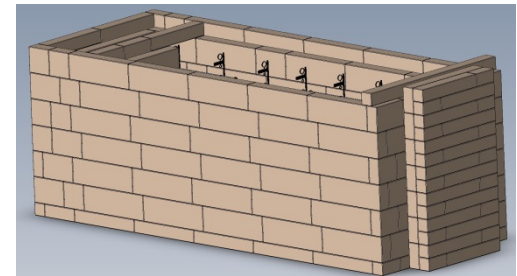


**Spoke Cavity
(superconducting)**



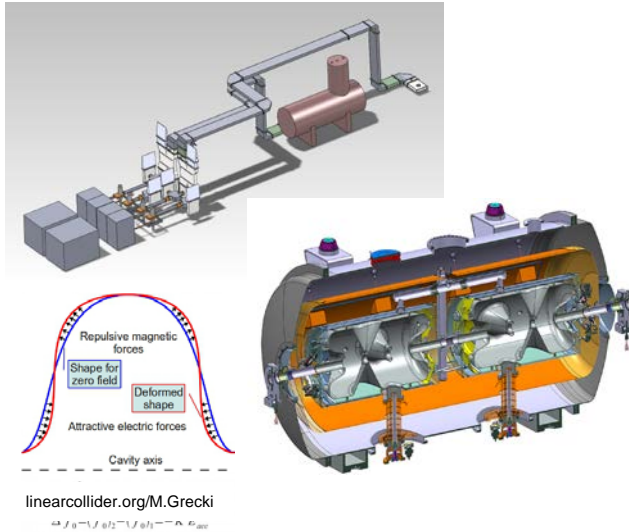
Cryostat

To avoid radiation in public areas:



Bunker

SRF Spoke Cavities & Linac



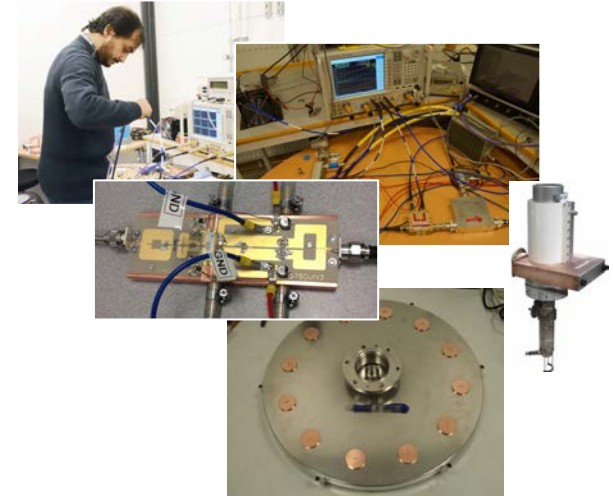
Cryogenics



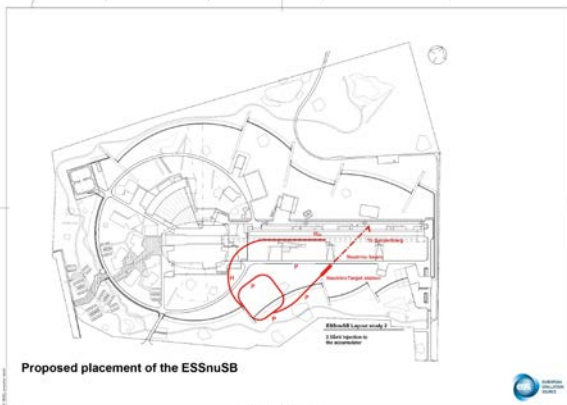
SRF Test Stand



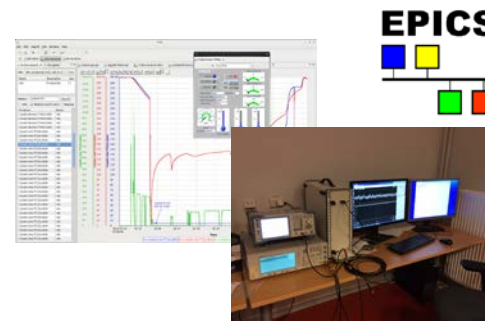
High Power RF Amplifiers Solid-state & Vacuum Tube



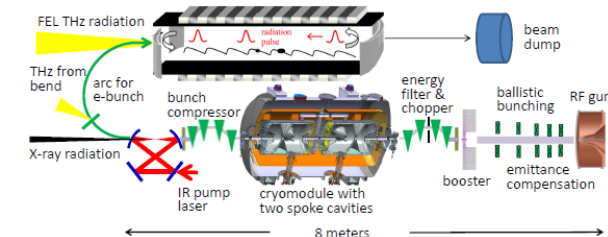
ESS neutrino Super-beam

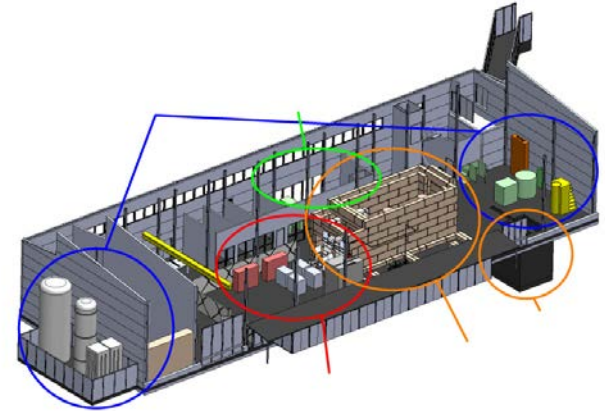
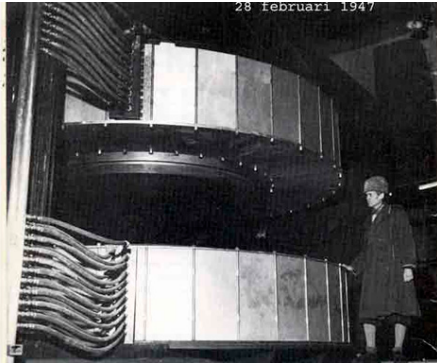


Controls & Data Acquisition



THz-FEL

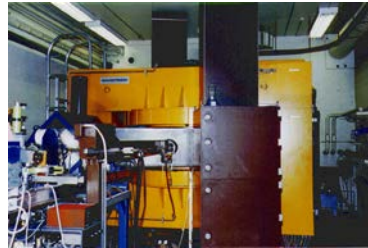




The building of the Gustaf Werner SyncroCyclotron in Uppsala in the 1950's has led to a number of unique, cutting edge and diversified applied Accelerator Science applications in and around Uppsala. All of these activities have very clear both technological and personal links back to accelerator physics at Uppsala University.

- Scanditronix

- major supplier
 - cyclotrons 1970-80's
 - PETs 1980's



- GE Medical Systems
PET and cyclotrons

- former Scanditronix

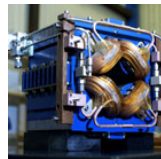
- IBA Dosimetry

- former Scanditronix Wellhöfer



- Scanditronix Magnets

- magnets



- ScandiNova

- high voltage
pulse modulators



- Gammadata

- physics tools
education,
research,
industry



- Skandionkliniken

- proton therapy centre



New development projects at FREIA:

- **DESY FLASH och XFEL**
- **Amplifier for General Electric Medical Systems PET isotope cyclotron**
- **Development and test of a long pulse (3 ms) modulator with ScandiNova**
- **Test Stand for CERNs Compact Linear Collider (CLIC) och XFEL**
- **Test of Crab Cavities and Corrector Magnets for LHC luminosity upgrade**
- **ESS Neutrino Super Beam**
- **ESS High Beta Elliptical Cavity Linac Section**
- **THz Free Electron Laser**
- **New Medical Treatment Accelerators**
- **CERNs Future Circular Collider (FCC)**
- **International Linear Collider (ILC)**



Future Circular Collider

- Vid FREIA har en ny laserbaserad metod för att mäta längdprofilen hos ultrakorta elektronstråleknippen (electron bunches), känd som Optical Replica Synthesizer (ORS). Denna metod har framgångsrika implementeringar i frielektronlasern FLASH vid DESY i Hamburg.
- Detta arbete har i sin tur lett till utvecklingen av en metod, kallad Laser Heater, för att öka energispridningen i ett elektronstråleknippe i syfte att undvika instabiliteter i en röntgenfrielektronlaser (XFEL). Tillämpningen av denna metod förslås nu för XFEL vid DESY i Hamburg.



FLASH



XFEL

Solid state RF 100 MHz 1 kW CW amplifiers for General Electric Medical Systems PET isotope-generating cyclotron

- FREIA har utvecklat en ny typ av solid-state-förstärkare för General Electric (GE) att användas för att driva den 10 kW tetrode-vakuumrör radiofrekvenskraftkälla som behövs för deras PET-isotop-cyklotron.
- Två prototyper av FREIAs solid-state-förstärkare har nu testats och levererats till GE
- Vi hoppas på ett fortsatt samarbete med GE av ömsesidigt intresse och föreslår att producera 10 enheter av de utvecklade solid-state-förstärkaren kombinerats i ett aggregat som skall ersätta hela det tetrode-baserade vakuum-rör-radiofrekvenskraftkällan (dvs. gammal teknologi byts mot ny).

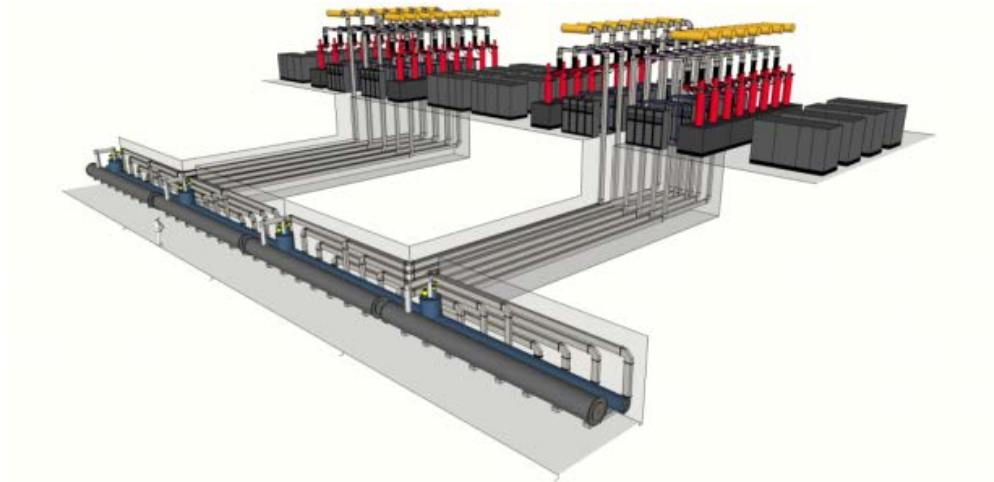


Development and test of a long pulse (3 ms) modulator with ScandiNova

- ScandiNova AB tillverkar högspänningspulsgeneratorer, kallade modulatorer, baserade på modern halvledarteknik i.st.f. vakuumrörteknik som hittills varit det vanliga. Företaget ligger några kilometer söder om Uppsala
- SkandiNova har levererat modulatorer till CLIC-projektet på CERN, till MAXLAB I Lund och till många andra acceleratorlaboratorier I världen ESS kommer att ha behov av leverans av en stor serie modulatorer.
- Speciellt för dessa modulatorer är att längden på de högspänningspulser som krävs för ESS är exceptionellt lång (3 ms). För att kunna leverera sådana modulatorer måste Scandinoa utveckla sin grunddesign.



- När ScandiNova har tillverkat en prototyp av den nya designen måste den testas. FREIA har i uppdrag av ESS att testa en modulatorprototyp från ett Schweiziskt företag Ampegon under 2016. FREIA kommer därmed 2016 att ha all utrustning som behövs (klystron, vågledare, kontrollsystem...) för att testa även ScandiNovas modulatorprototyp.
- ScandiNova kommer därmed att vara väl placerad när ESS under 2017 går ut med en internationell offertförfrågan om en större serie av sådana långpulsmodulatorer (en order i mång-100-Mkr-klassen)



Test Stand for CERNs Compact Linear Collider (CLIC)

- Uppsala universitet och FREIA arbetar sedan ett flertal år med ett hittills VR-stött projekt för CLIC-linjärkolliderarprojektet, kallat Two-Beam Test-Stand på CERN. Projektet syftar till att nå en så hög accelerationsgradienten i CLIC som möjligt.

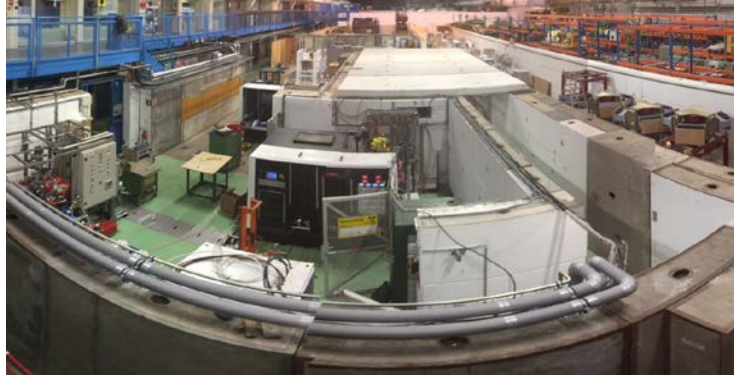




Hög accelerationsgradient med CLIC



- Vi har nu föreslagit att bygga upp en liknande teststation i FREIA för att fortsätta dessa undersökningar i Uppsala. CERN stödjer denna idé och har erbjudit att sända utrustning (klystron, vågledare, kontrollsystem...) till FREIA för detta ändamål under förutsättning att FREIA kan ställa upp med en modulator av den särskilda typ som behövs för dessa CLIC-tester.



- ScandiNova har redan levererat flera sådana modulatorer till CERN och kommer att, som motprestation för att FREIA testar ScandiNovas långpulsmodulatorprototyp för ESS, att låna en sådan modulator till FREIA för CLIC-studier där.
- En särskilt möjlighet med utvecklingen av den kompakta CLIC-accelerator tekniken är att den skulle kunna användas för att höja energin på den frielektronlaser som MAXLab planerar och därmed göra den till en röntgenfrielektronlaser (XFEL) med prestanda liknande den i Hamburg.

Test of Crab Cavities and Corrector Magnets for LHC luminosity upgrade

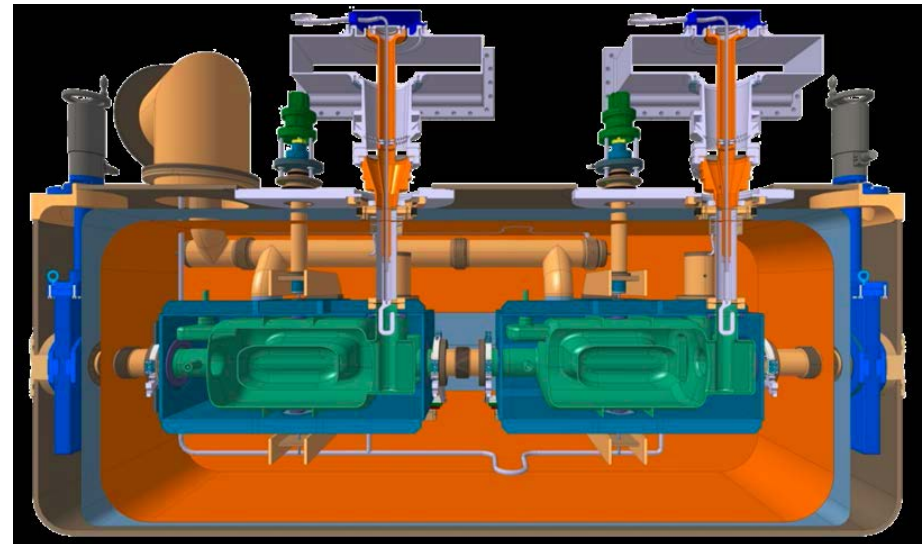
- CERN kommer att 20124 uppgradera intensiteten (luminositeten) i Large Hadron Collider (LHC) med en faktor 10. För detta krävs utvecklingen av nya avancerade acceleratorkomponenter, bland dessa så kallade Crab Cavities och Corrector Magnets, både supraledande .

The Large Hadron Collider



- CERN samarbetar med många stora högteknologiska acceleratorutvecklingslaboratorier i Europa som Saclay och Orsay i Frankrike, INFN i Italien, RAL i Storbritannien och DESY i Tyskland. CERN signerar s.k. K-kontrakt med dessa laboratorier om utveckling av högteknologiska komponenter. CERN uppskattar vad det skulle kosta CERN att genomföra utvecklingsprojektet och erbjuder att betala halva kostanden för att få projektet genomfört. Detta kräver att det utförande laboratoriet har den nödvändiga kompetensen samt en driftsbudget som medger att halva kostanden kan betalas av laboratoriet.

A cryomodule, hosting 2 Crab Cavities dressed in a separate helium tank providing thermal insulation and connection for RF and instrumentation.



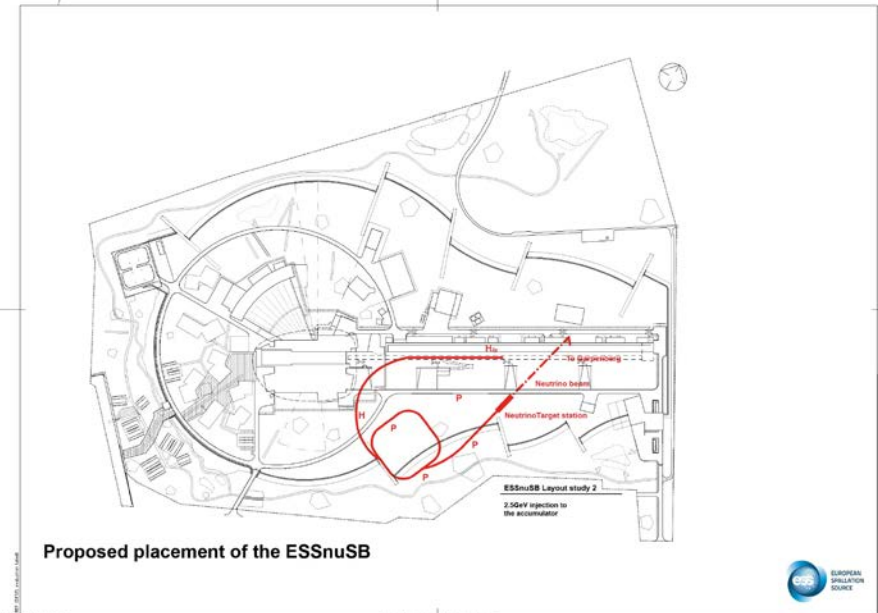
- Förra veckan hade FREIA ingående diskussion på CERN om hur FREIA-laboratoriet kan bidra till detta utvecklingsprogram, vilket resulterar i en formell intresseanmälan från CERN om att tester av prototyper och serieenheter av Crab Cavities och Corrector Magnets skall utföras av FREIA 2017-2020 . För att acceptera ett sådant uppdrag från CERN krävs att FREIA har en grundfinansiering för sin drift. Samtidigt kommer ett sådant utvecklingsprojekt av ny teknologi vid FREIA i samarbete med svensk industri att innebära att cutting-edge-teknologi utvecklas i Sverige i initial-skedet, något som är avgörande betydelse för att möjliggöra högteknologisk industriutveckling.

Corrector
magnet coil
winding



ESS Neutrino Super Beam

- Forskare vid Uppsala och Lunds universitet samt KTH har föreslagit att ESS' högintensiva linjäraccelerator användas för att generera en världsunikt intensiv neutrinostråle för undersökning av den asymmetri som krävs mellan materia och antimateria för att förklara varför universum består bara av bara materia och ingen antimateria.
- De kompletteringar av ESS' linjäraccelerator som behövs för att generera denna neutrinostråle kommer att kunna testas i FREIA.



Site map of ESS showing
In red the beam line for the
generation of the neutrino beam



Finansiering av FREIA 2013-2018



Inkomster under 6 år

ESS	92 Mkr
Regeringen	66 Mkr
KAW	40 Mkr
Uppsala univ.	28 Mkr
VR	0 Mkr
VINNOVA	0 Mkr

Summa 226 Mkr

Utgifter under 6 år

Drift 6 x 24 Mkr/år*	144 Mkr
Investeringar	82 Mkr

Summa 226 Mkr

*hyra 6 Mkr/år, löpande material 6 Mkr/år, löner 12 Mkr/år



- För framsteg inom Big Science kräves en kontinuerlig utveckling av ny teknologi
- Denna teknologi är så storskalig att tester av prototyper kräver stora nationella tekniska infrastrukturer för instrumentutvecklingen och serieproduktionen av komponenterna bara kan utföras i industrin.
- Den samverkan som krävs mellan de nationella tekniska infrastrukturerna och industrin har lett till dels helt nya grundvetenskapliga upptäckter, t.ex. av Higgs-bosonen och neutrino-oscillationer, dels till en ny högteknologisk produktutveckling i industrin, t.ex. av supraledande magnetteknologi och högvakuumteknologi, nya stordatorsystem (World Wide Web, GRID, CLOUD), nya kontrollsystem m.m.
- För detta stimulerande växelspel mellan Big Science och den industriella teknologiutvecklingen krävs medverkan av de forskare som utvecklar de nya instrumentteknologierna och sedan använder dessa för att göra nya grundvetenskapliga upptäckter.



- Erfarenheten i Europa visar att för att forskarna skall kunna driva detta växelspel krävs statligt finansierade nationella instrumentutvecklingsinfrastrukturer som t.ex. Saclay och Orasy i Frankrike, INFN i Italien, RAL i England, DESY i Tyskland, NIKHEF i Holland och i viss mån Danfysik i Danmark.
- Hittills har vi inte haft någon liknande instrumentutvecklingsinfrastruktur i Sverige. Med FREIA-laboratoriet, som initialt byggts upp med resurser för ESS-projektet, erbjuds nu möjligheten att pröva de nya möjligheter som en sådan instrumentutvecklingsinfrastruktur erbjuder för svensk forskning och för svensk högteknologisk industriutveckling.