

# Forskning för 2000-talets elkraftsteknik

**ABB Switchgears högeffektlaboratorium i Ludvika har de senaste åren genomgått en omfattande modernisering och utbyggnad. Det är nu ett av världens modernaste centra i sitt slag. Där finns resurser att simulera de mest extrema påfrestningar som kan uppstå i ett elkraftsystem. Kortslutningseffekten har efter uppgraderingen ökat till 75 000 MVA; spänningar upp till 1600 kV och kortslutningsströmmar upp till 80 kA (effektivt värde) kan genereras. Högeffektlaboratoriet är ackrediterat enligt Europeanormen EN 45001.**

**E**tt högeffektlaboratorium har en viktig och central roll inom forskning och utveckling av ställverksapparater och annan utrustning för kraftsystem. Med det moderniserade högeffektlaboratoriet i Ludvika befäster ABB sin ställning som ett av världens ledande bolag inom forskning och utveckling av elkraftprodukter **1**.

## **Ackrediterat högeffektlaboratorium för internationella testkrav**

Högeffektlaboratoriet uppfyller de internationella krav som ställs på en effektiv forsknings- och utvecklingsresurs. Här kan dagens och morgondagens produkter och kompletta kraftnät simuleras och provas. Med hjälp av senast tillgängliga provningsteknik, styr- och övervakningssystem samt mät- och efterdatabehandling kan mycket avancerad utvecklings- och typprovning ske i laboratoriet **2**. Detta för att produkterna skall kunna möta de krav kraftbolag och internationella organisationer ställer i normföreskrifter.

Redan 1933 byggdes det första högeffektlaboratoriet i Ludvika. Det var då världens största sett till kortslutningseffek-

ten och bidrog bland annat till utvecklingen av teknikerna för högspänd likström och 400 kV växelspanningsnät. 1958 ersattes det av ett nytt laboratorium. Det är detta som har uppgraderats för framtidens elkraftnät.

Den avreglering av elmarknaderna som nu sker runt om i världen betyder ökande konkurrens. Den medför också att morgondagens kraftnät/produkter utvecklas mot effektivare och större funktionsenheter.

## **Fördubblad kapacitet och prestanda**

Uppgraderingen av högeffektlaboratoriet innebär att kapacitet och prestanda i det närmaste fördubblats jämfört med tidigare. Antalet provkretsar har fördubblats. Laboratoriet kan därmed erbjuda mer kvalificerade helhetslösningar. Det innebär inte

**Magnus Olofsson**  
ABB Switchgear AB

bara prov av enskilda komponenter utan också funktionsprov av kompletta system för kraftnät.

De skyddsapparater som ingår i ett kraftnät **3**, som skall detektera och koppla bort ett plötsligt uppkommet fel, måste fungera med högsta snabbhet och tillförlitlighet. Det är därför ytterst viktigt att kunna prova alla tänkbara – och helst också de mest osannolika – felfallen för att bevisa att funktionen alltid är säkerställd. Det är viktigt att under så realistiska förhållanden som möjligt kunna typprova dagens komponenter, som brytare, frånskiljare, avledare och mättransformatorer, och utveckla morgondagens ersättning, vilket nu kan ske i högeffektlaboratoriet.

## **Avancerat mätdatasystem**

Provresultatens kvalitet baserar sig på att de uppmätta parametrarna är korrekta och tillförlitliga. Den miljö där dessa högeffektprov genomförs är utsatt för kraftiga störningskällor i form av högfrekventa strömmar och kraftiga magnetfält, som ger upphov till stora potentialskillnader i jordningspunkten. Denna potentialskillnad kan i extrema fall uppmätas till flera kilovolt.

För att effektivt och störningsfritt samla in den stora mängd mätdata som erhålls i samband med ett prov har ett av världens mest avancerade mätdatasystem installerats **4**. Det har utvecklats av laboratoriets personal i samarbete med ett nederländskt specialistföretag och går knappast att överträffa vad gäller noggrannhet och tillförlitlighet.

## **Störningsfri mätning med optoteknik**

Överföringen av signalerna sker med hjälp av optoteknik. Genom att använda ljus som informationsbärare av mätsignalen säkerställs störningsfri överföring. Optotekniken erbjuder också fördelen att mätdatasystemet blir galvaniskt isolerat från



**Vy över anläggningar och byggnader för högeffektlaboratoriet i Ludvika**

**1**

provkretsen och därmed okänsligt för de störningar som kan förekomma.

De signaler som mätgivarna lämnar är analoga. För att kunna överföra dessa via

optokabeln måste de omvandlas till digitala ljuspulser. Detta sker i en speciell omvandlarenhet **5**.

Omvandlaren placeras i så nära anslut-

ning som möjligt till givaren. Den är speciellt avskärmad för att dess elektronik inte skall påverkas av de starka elektromagnetiska fält som kan förekomma i samband med provet. För att ytterligare säkerställa störningsfri mätning har omvandlaren egen strömförsörjning från inbyggda batterier.

**Prov i högeffektlaboratoriet Ludvika**

**2**



**Mätdata på CD-ROM för efterbearbetning**

Det kraftfulla datorsystemet möjliggör också effektiv efterbehandling och ingående analys av de mätdata som registreras under provet. Redan 10–20 sekunder efter provet får provledaren bekräftelse på om provobjektet klarat de uppställda kriterierna. En procedur som tidigare tog väsentligt längre tid i anspråk.

Kunden får dessutom rådata från provet lagrade på CD-ROM-skiva. Informationen blir därmed lättillgänglig för utvär-

dering i egna analys- och beräkningsprogram. Detta ökar ytterligare värdet av all den information som kan erhållas ur provet och underlättar för snabb utvecklingsprocess hos laboratoriets kunder.

Laboratoriets slutprodukt är en utförlig och detaljerad rapport, som i vissa fall är en certifiering av den provade produkten **6**.

### En av världens största kondensatorbankar

Högeffektlaboratoriet har fått tillgång till en av världens största kapacitiva urladdningskällor med en energi motsvarande 4 MJoule. Kortslutningseffekten har efter uppgraderingen ökat till 75 000 MVA.

Med denna höga kortslutningseffekt är det möjligt att utsätta provobjekten för de mest extrema påfrestningar som kan förekomma i dagens komplexa kraftnät med stora överföringseffekter. De extremt höga spänningarna behövs, när brytarelementen blir större och större.

Som jämförelse kan nämnas att 75 000 MVA, vid effektfaktor 1, motsvarar den effekt som behövs i ett elnät med två miljarder 40 watts glödlampor eller tio miljoner eluppvärmda enfamiljsvillor. Det blir en mycket kraftig "smäll" om det uppstår kortslutning i ett sådant nät. Brytarna måste klara att slå ifrån på bråkdelar av en sekund. I annat fall fortplantar sig "smällen", vilket orsakar omfattande följdskador. Innan felet bryts bort måste frånskiljare och annan utrustning orka bära kortslutningsströmmen.

### Stor testhall

Testhallen, som rymmer spänningskretsen, har en golvyta på 30 x 60 m och en inre takhöjd på upp till 30 m **7**. Väggarna är klädda med cirka 3000 m<sup>2</sup> isolerad plåtpanel. Betonggolvet är byggt för att klara en utbredd last på 5 ton per kvadratmeter.

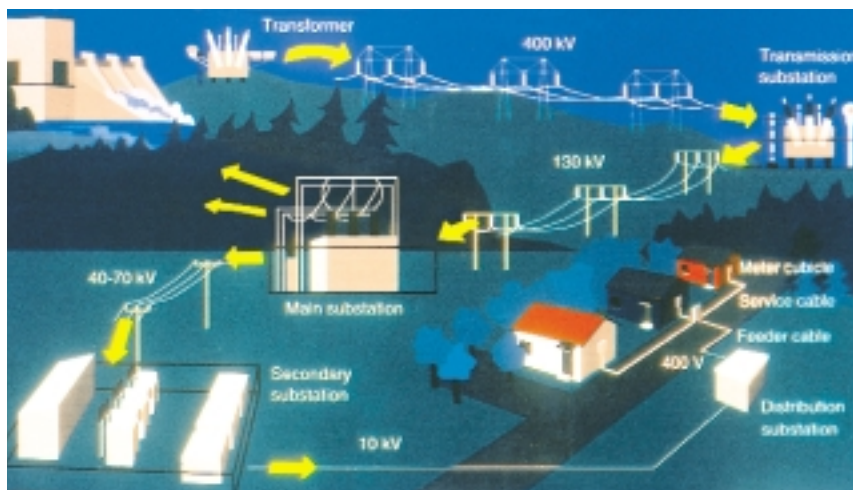


Illustration över ett "typiskt" kraftnät

**3**

### Uppbyggnad av kondensatorbankarna

Den energi som erfordras för de syntetiska kortslutningsbrytproven lagras i två kondensatorbankar **8**. Varje bank är uppbyggd av kondensatorer kopplade i serie och monterade i form av ett torn med

12 våningar. Den tyngsta kondensatorbanken väger cirka 40 ton.

Ett typiskt brytprov från den nya syntetiska kretsen kan ha en kortslutningsström på 80 kA rms och en återvändande spänning på 1600 kV topp.

### Mätdator i högeffektlaboratoriet Ludvika

**4**





**Analog-digital-omvandlare för överföring av mätsignaler** **5**

**Uppgraderad kortslutningsgenerator**

Högeffektlaboratoriet är "självförsörjande" när det gäller ström och spänning för proven. Den egna strömkällan, generatoren **9**, har modifierats för att klara varvtal även för 60 Hz prov. Det innebär att produkter för dessa elnät nu också kan provas i laboratoriet.

**Stor montageyta**

Många av laboratoriets kunder arbetar med utveckling av nya produkter och system. För att klara uppmontering och riggning för prov har laboratoriet utrustats med en egen montageverkstad på 1000 m<sup>2</sup>.

I anslutning till montageverkstaden finns en komplett mekanisk verkstad som kan bistå med erforderlig assistans. I denna kan kompletterande fästen, prototyper med mera tillverkas.

**Provning för externa kunder**

Högeffektlaboratoriet erbjuder också prov och certifiering för externa kunder och

bolag utanför ABB-koncernen. För att möta de krav på sekretess som ställs i samband med förberedelser och prov för externa kunder, drivs högeffektlaboratoriet som en fristående enhet inom ABB Switchgear med fullständig integritet gentemot sin ägare.

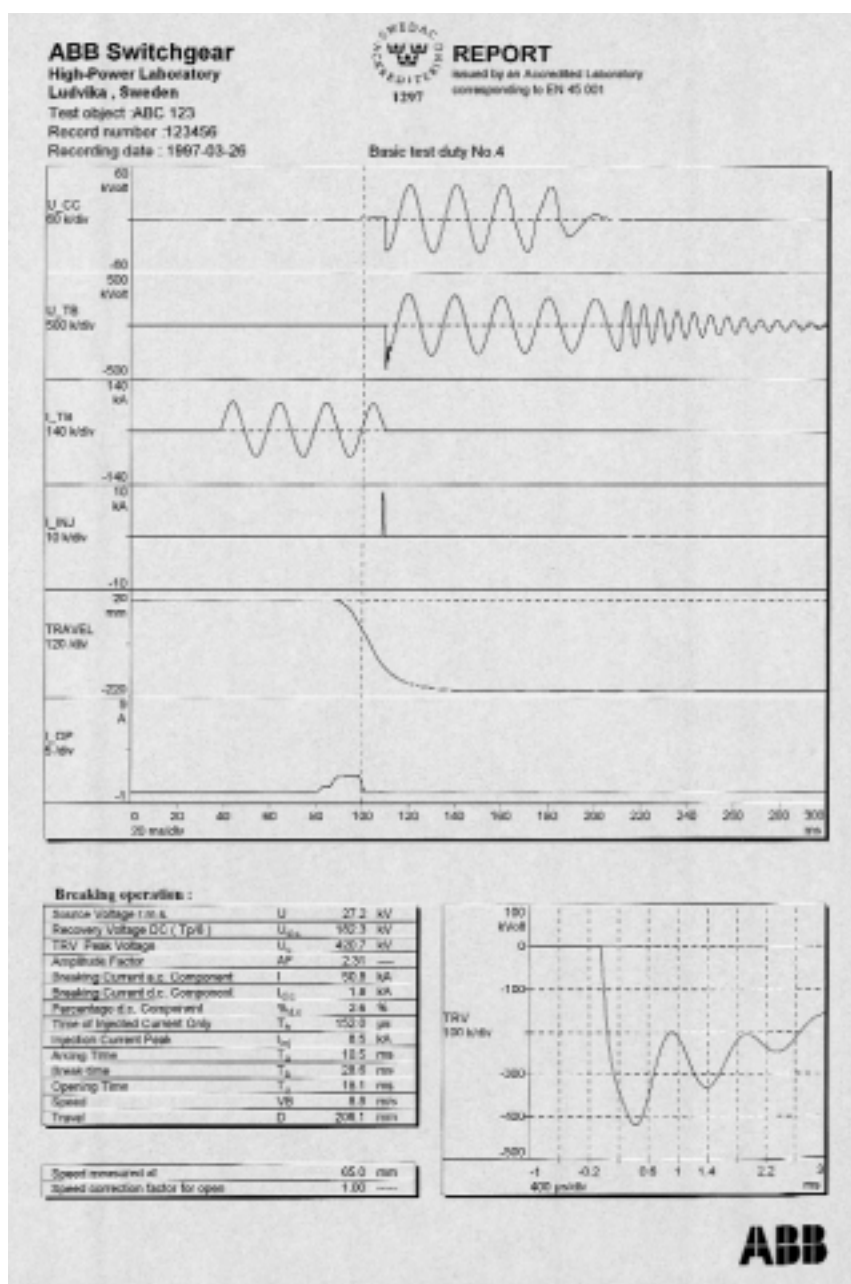
Utomstående kunder kan bilda en egen projektgrupp i vilken ABB-personal ingår. Denna arbetar konfidentiellt med uppdraget.

Olika kompletterande tjänster kan köpas under utvecklingskedjet.

När produkten är klar för typprov beställs ackrediterad provning. För att säkerställa opartiskhet utförs denna provning av annan personal än den som arbetat med projektet. Alla prov sker i avlysta utrymmen dit inga utomstående har tillträde. Alla mätdata och provresultat är kundens egendom.

**Rapportsida med diagram samt ett certifikat**

**6**





**Interiör av hallen för syntetiska prover. Hallen är 30 m bred, 60 m lång och 30 m hög.**

7

Den erfarna personalen står också till kundens förfogande, om så önskas, för analys och tolkning av mätresultaten. Vidare upprättas erforderliga rapporter och protokoll som bekräftelse på att produkten är typgodkänd.

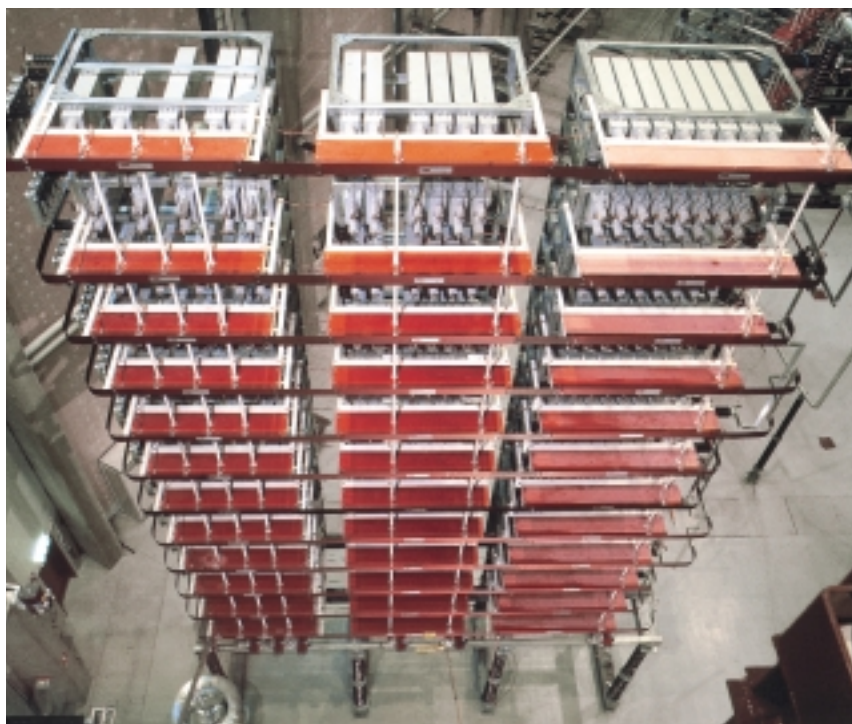
**Internationellt ackrediterad för typprovning**

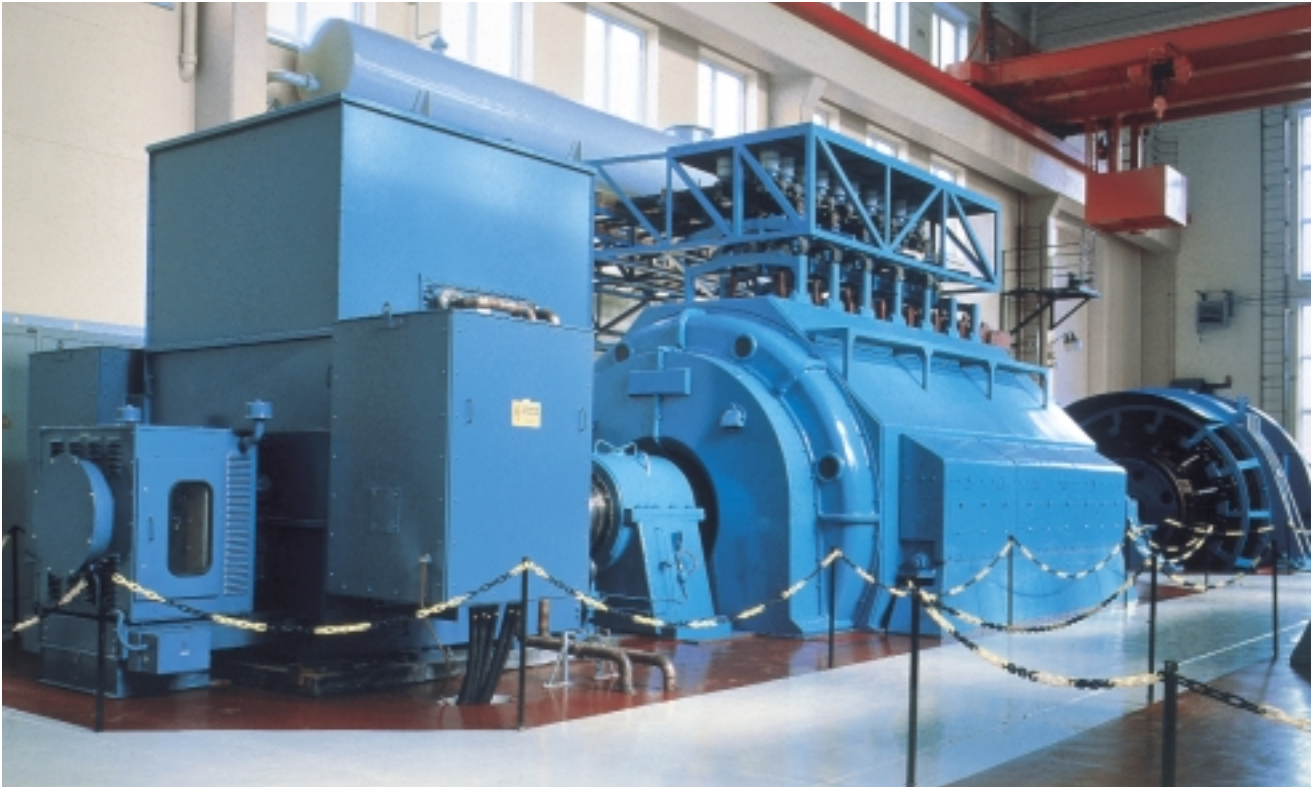
Sedan 1994 är högeffektlaboratoriet ackrediterat av *Swedish Board for Technical Accreditation* (SWEDAC) för internationell typprovning av högspänningsprodukter enligt Europanormen EN 45001.

Laboratoriet är medlem i provningsorganisationen *Scandinavian Association for Testing of Electric Power Equipment* (SATS), som arbetar internationellt och tillhör *Short Circuit Testing Liaison* (STL) som är medlem av *European Organisation for Testing and Certification* (EOTC).

**En av kondensatorbankarna för kortslutningsbrytproven**

8





**De båda generatorerna för en kortslutningseffekt av 4000 MVA och frekvenser mellan 16 och 60 Hz i högeffektlaboratoriet Ludvika**

9

Genom medlemskapet i SATS kan personal från dess organisation utnyttja laboratoriet för opartisk provning. Detta innebär att kunden erhåller ett internationellt accepterat provningscertifikat.

Akrediteringen innebär att de prov som genomförs i högeffektlaboratoriet har högsta status och full acceptans i andra länder som Sverige slutit avtal med. Idag är det främst EU-länderna, men Förenta Staterna och Australien har tagit steg mot akrediteringssystemet.

Laboratoriets organisation och resurser har granskats och utvärderats av oberoende part och godkänts enligt ISO 9001.

#### **Samlade resurser ger kraftfullt forskningscentrum**

De utökade resurserna inom högeffektlaboratoriet betyder mycket för såväl ABB Switchgears eget strategiska forsknings- och utvecklingsarbete som för hela ABB-

koncernens kundinriktade verksamheter. I Ludvika finns ABB-koncernens internationella centrum för kraftöverföring samlad, representerad av nio ABB-bolag som har sina huvudsakliga verksamheter på orten.

Högeffektlaboratoriet i Ludvika kan tillsammans med intilliggande ABB Transformers högspänningslaboratorium och det av ABB, *Vattenfall* och *Svenska Kraftnät* samägda *Swedish Transmission Research Institute AB* (STRI), klara alla tänkbara tester för mycket komplexa kraftnät. STRI utvecklar och provar system och tekniker för elektrisk kraftöverföring och distribution.

De sammantagna resurserna gör Ludvika till ett av världens mest avancerade och kraftfullaste forskningscentra inom elkraftstekniken – med stor betydelse för såväl koncernens eget strategiska forsknings- och utvecklingsarbete som för hela ABB-gruppens kundorienterade verksamheter.

#### **Författarens adress**

Magnus Olofsson  
 ABB Switchgear AB  
 S-771 80 Ludvika  
 Fax: +46 (0) 240 78 26 19  
 E-mail:  
[magnus.olofsson@seswg.mail.abb.com](mailto:magnus.olofsson@seswg.mail.abb.com)

Ytterligare information  
 highpower –  
[lab.seswg@seswg.mail.abb.com](mailto:lab.seswg@seswg.mail.abb.com)