

Mitt namn är Per Norberg och jag anställdes på Vattenfall i Trollhättan 1984.

Det är en ära för mig att vara här och får prata inför landets elkraftselit. Men jag vill poängtera att detta föredrag bygger på ett ursprungligt anförande i Trollhättan i samband med Vattenfalls 100 års jubileum 2009. Det innehåller därför mycket från Västsverige men det får Ni överleva.

Det är även formulerat så att icke-fack folk skall hänga med varför Ni kanske tycker jag uttrycker mig konstigt när jag borde inse Er kompetens inom området.

Jag har alltid varit intresserad av historia och speciellt teknikhistoria.

Till min stora glädje kom jag i mitt arbete i nära samarbete med framlidne ci Lars-Erik Hansson.

Vi hade mycket gemensamt inte minst teknikintresset och Lars-Erik var en av de som tidigt insåg att vissa saker måste dokumenteras och stolpar sparas. Det var Lars-Erik som gjorde att jag fick upp ögonen för vad pionjärerna åstadkommit - speciellt i Trollhättan. Detta föredrag hade jag inte kunnat genomföra utan att ha tillgång till Lars-Eriks anteckningar som glädjande nog – dock efter hans död – tryckts upp av Vattenfalls Kulturvårdskommite.

Jag bör även i ärlighetens namn nämna att en annan stor källa har varit boken Den gemensamma utvecklingen av Mats Fridlund utgiven 1999 och som handlar om samarbetet mellan Vattenfall och ASEA.



Ci Lars-Eric Hansson, 1926 – 1997
Innehavare av Hansen-medaljen

Författare till boken "om Elkraften i Väster"

En "måste" bok för den som är intresserad av elkrafthistoria.

Förhistorien

Låt oss nu starta vår resa genom att visuellt gå 200 år tillbaka i tiden.



Teckning gjord av Generalen mm,
Ledamoten av Sv Akademien

Anders Fredrik Skjöldebrand 1757 – 1834

Publicerad i "*Description des cataractes et du canal de Trollhättan*" 1804

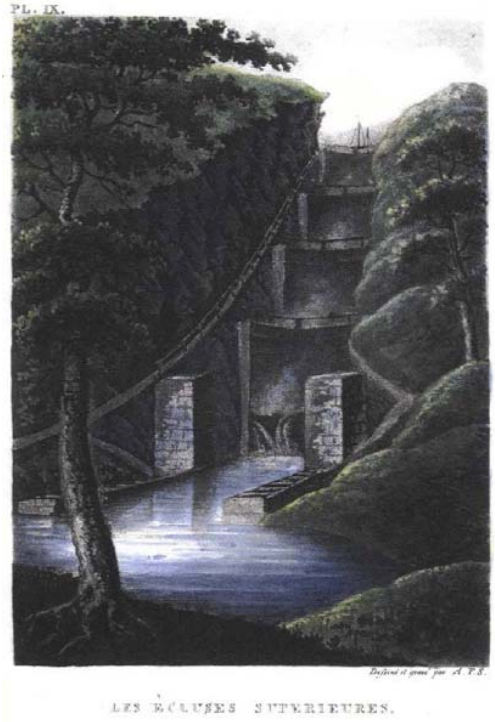
Nytryck på svenska finns att få via
Föreningen för Västgötalitteratur.

Före järnvägarnas tillkomst var Göta Älv kanske landets viktigaste pulsåder. Och Trollhättan det stora problemet när det gäller passagen. Innan slussarna så var det omlastning som gällde. Tittar man i Nordisk familjeboks första utgåva så omnämns Trollhättan som en större by med viss verkstadsindustri.



Trollhättefallen. Målning av Andreas Achenbach ~ 1836

Tittar man i utländska reseböcker som Baedeckers från slutet av 1800-talet så är Trollhättan och dess fall en av Skandinaviens höjdpunkter och värt en resa eller åtminstone ett stopp. Förutom trolska vyer så bjöds här dånande fall och from år 1800 även en genomgående kanal förbi Trollhättan.



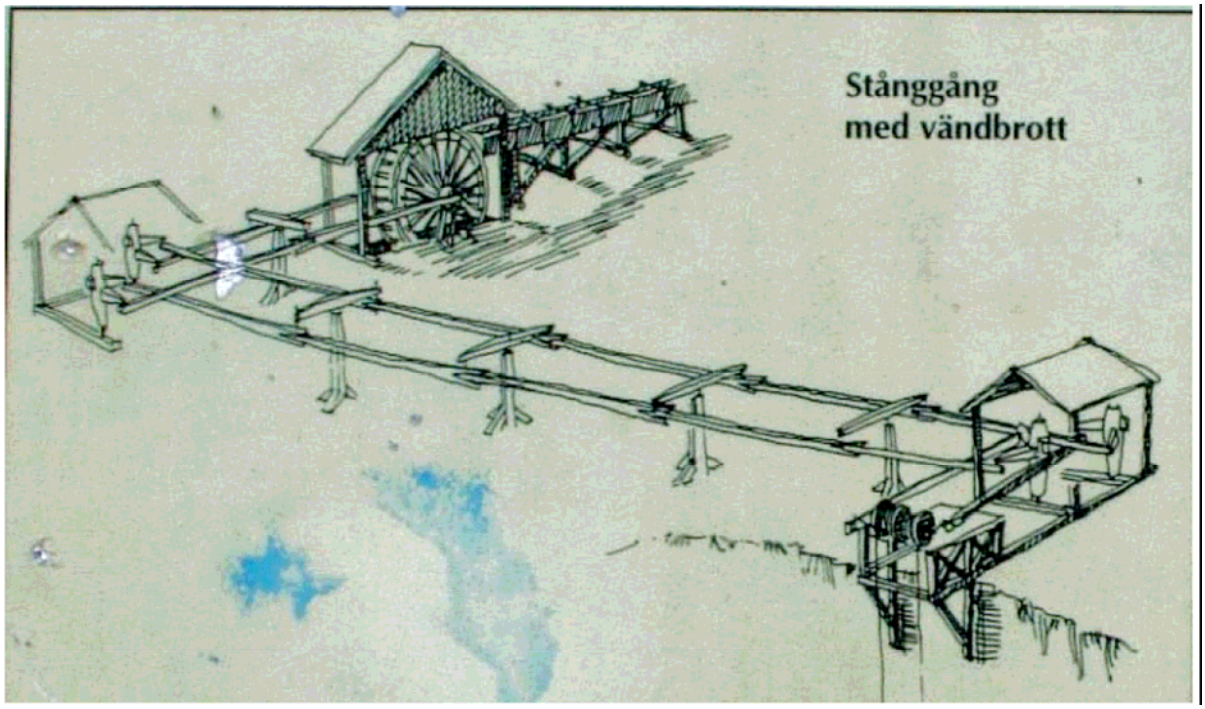
Teckning gjord av Generalen mm, Ledamoten av Sv Akademien

Anders Fredrik Skjöldebrand 1757 – 1834

Publicerad i "*Description des cataractes et du canal de Trollhättan*" 1804

Nytryck på svenska finns att få via Föreningen för Västgötalitteratur.

Att nyttja rinnade vatten är en urgammal tradition. Under lång tid var man bunden till själva fallet - men mannen som var den förste att på allvar lösa slussfrågan i mitten av 1700-talet hade en lösning på detta – de så kallade stånggångarna.



Verkningsgraden var med dagens mått urusel men anläggningar på flera kilometer byggdes. Oftast för någon form av pumpning. Flera av hjulen finns bevarade – de flesta här i Bergslagen.



Och vem var uppfinnaren ???? Jo vår store Christopher Polhem.

Upptäckterna av elektricitetens goda egenskaper för belysning och motordrifter kom under 1870-talet. Sedan gick det väldigt fort. Det första elverket i Sverige (och sägs det i Europa) var Härnösands i början av 1880-talet som nyttjade en dynamo driven av en vattenturbin.

Dåtidens elgeneratorer liksom motorer var så kallade dynamos motsvarande de vi tidigare hade på våra cyklar. En dynamo kännetecknas av att den själv alstrar det nödvändiga magnetfältet via permanentmagneter och det var likström som gällde.

I slutet av 1800-talet började växelströmmen slå igenom på generator-sidan. En av de stora uppfinnarna härvid var svensken Axel Wennström som tog fram det troligen första praktiska tre-fas växelströmssystemet i världen. Växelström har en överlägsen egenskap gentemot likström och det är att det är väldigt enkelt att via transformatorer ändra spänningen. Och att hålla så hög spänning som möjligt är en förutsättning för att kunna transportera elenergi längre sträckor.

De allra flesta städer i landet fick sina elverk runt sekelskiftet. All lokal distribution var DC och i de flesta fall var kraftkällan en dynamo driven av en ångmaskin. Kom kraften utifrån via växelström så hade man omformaraggregat – dvs en växelströmsmotor drev en likströmsgenerator. I de större städerna finns många av dessa ursprungskraftstationer bevarade – det var ofta pampiga byggnader.

Men varför hålla på med ångkraft när det finns vatten att tillgå.Under andra hälften av 1890-talet började allt fler vattenkraftverk dyka upp i de städer eller samhällen som hade ett vattendrag i närheten. De var inte så värst stora utan byggdes främst med tanke på lokala behov vid de fall som fanns. Ett vackert exempel är Jonsereds kraftstation utanför Göteborg som byggdes av industrin för dess behov.



Jonsered kraftstation, klar 1901

Ett kraftverk Vattenfall senare tagit över och som fortfarande är drift.



Jonsered kraftstation, idag 4 aggregat total effekt ca 1.9 MW

För att återgå till Trollhättan så diskuterades olika vattenkraftprojekt i slutet av 1800-talet. Först ut var Nydquist&Holm år 1885 med en dynamo på 20 hkr för att mata 5 bågljuslampor. År 1888 anlade uppfinnaren Gustaf deLaval sin första anläggning vilka senare följdes av flera andra.

Den första anläggning som kom till stånd för allmänna ändamål var den station som byggdes av Nya Trollhätte Kanalverk för kanalens behov och ortens belysning – nämligen Malgöns kraftverk.

Kanalverket var ett fristående bolag där staten utsåg ordförande. Det leddes på deltid sedan 1898 av en kraftull väg och vattenbyggare - Fredrik Vilhelm Hansen - som tidigare främst ägnat sig åt Stockholms och Västerås vatten- och avlopps-försörjning. Han var även engagerad i den militära VVK som han lämnade med överstes avsked 1908.

Hansen var i hela livet en man med stora planer och projekt – han tänkte inte i smått. I en tidningsartikel står det att den som räknar i ören, får endast ören, den som räknar i miljoner, får miljoner vilket lär vara en passande beskrivning. Han ville se snabba resultat och vann hellre tid än processer.

Att Trollhättefallen hade potential förstod alla men att göra något storskaligt var svårt pga ägarförhållandena. I en dom från högsta domstolen 1901 tillerkändes kronan rätten till vattnet i trollhättefallen medans stränderna låg i privata händer, främst hos deLavals företag, Ernst Stridsberg samt Nya Trollhätte kanalbolag som hade östra stranden.



Malgöns kraftstation.
Byggd av Nya Trollhätte Kanalbolag
Första agg i drift 1903, alla 5 år 1906
5*125 Hkr eller totalt 460 kW, 50 Hz
För kanalens och ortens belysning.
Arkitekt: Adrian C Peterson

Revs 1937 inför Hojum-stationens tillkomst.

Staten övertog Nya Trollhätte Kanalbolag 1 jan 1905 som 1 juli samma år blev statligt verk med Fredrik Vilhelm Hansen som chef

Alla tidigare diskussioner om kraftutbyggnader har gällt för vissa särintressen. Göteborg vill ha ett eget kraftverk, varje industri sitt etc. Hansen ser potentialen att elektrifiera landet – ja kanske hela Europa och inser snabbt att detta är ett projekt för staten. Jag skall inte gå in på detaljer – den som vill veta mer hänvisar jag till Lars-Eriks bok. Men genom att se till att staten tar över kanalbolaget så har Hansen tillgång till både vattnet och östra stranden. Vi skriver den 1 jan 1905 och projektet kan starta.

En av Hansens styrkor är att skaffa dugliga medarbetare. Som chef för byggnadsarbetena anställs den unge ingenjören Gösta Malm, en kollega från Stockholms-tiden.



1882 – 1886
Bitr ing Sthlm VA

1886 arbetschef
Västerås avloppsv

1897 F. ing
Sthlm VA

1898 VD Nya
Trollhätte Kanal-
bolag

1905 VD Trollhätte
Kanal och Vatten-
verk

1909 Dir och Ordf i
KVS

1916 Generaldirektör
KVS

F. Vilhelm Hansen 1862 - 1929



1899 arbetschef
Stockholms stad

1905 Övering
Vattenfall, byggn-ch
Trollhättan

1914 VD Skånska
Cementgjuteriet

1917 – 1928
Landshövding
Norrbotten, Luleå

1920 - 1921
Handelsminister

1923 – 1924
Socialminster

1928 – 1938
Generaldirektör KVS

Gösta Malm 1873 - 1965

Malm är inte den visionär som Hansen men har fenomenal förmåga att sköta de uppgifter som åläggs honom. Hans karriär omfattar flera helt olika områden och när han tröttnat på de långa resorna mellan Luleå och Stockholm får han efterträda Hansen på GD-stolen. Man kan tycka att det är väl finare att vara VD för Skånska Cementgjuteriet än Landshövding i Luleå. Men vid denna tid är det nöd i landet pga världskriget och speciellt svårt i norr. Regeringen oroar sig för landet säkerhet och vill därför ha en kraftkarl i norr som är van att hantera stora projekt och folk.

I slutet av sin levnad ger Malm ut sina memoarer – I min krafts dagar – en trevlig läsning där allt verkar ha gått lekande lätt bara man gillar att arbeta.

Hansen hinner knappt gå i pension innan han avlider 1929 och några memoarer hinns ej med. Om Malm ger bilden av en arbetsmyra så har Hansen även andra sidor. 1906 blir han medlem i det studentikosa samfundet S.H.T. och gör där en rekordkarriär. Han väljer som valspråk ”Godt fall brukas skall” och beskrivs som inkarnationen av en kraftkarl och njutningsmänniska.

Förutom Malm engagerar Hansen, Torsten Holmgren som ansvarig för det elektriska.

För att veta hur riktigt stora kraftverk ser ut beger sig Hansen och Malm ut på studieresa.



Schoellkopf kraftstation Niagara tidigt 1900-tal

Viktigast och avgörande för utformningen av Trollhättan blev resan till USA och Niagara år 1906. Här fanns stationer i den storlek man tänkt sig och förutom lokala elslukande industrier fanns det en omfattande eldistribution till närliggande städer som Buffalo. Periodtalet var 25 Hz vilket de båda väg o vatten-ing lade på minnet. Man kan också konstatera att Hansen och Malm var bättre byggare än sina kolleger.

Så här gick det för den kraftstation som var den största vid deras besök (**bild**).



Niagara 7 juni 1956. Större delen av gamla kraftstationen rasar ut i älven

Det blev sedermera en ny 60 Hz station men intressant att veta - är att den sista 25 Hz generatorn i Niagara stoppades först sommaren 2008. Detta säger lite om den tröghet det finns i att ändra det som väl är byggt.

Pionjåråren fram till Andra Världskriget

Jag vet inte om resenärerna tyckte kraftverken i Niagara var fula men en sak var klar och det var att det skulle bli ett ståtligt bygge. Man anlitade den arkitekt som då var mest känd för ståtliga byggen nämligen Erik Josephson som ritat de flesta dåtida militära kasernerna. Exempelvis artillerikasernen på Kviberg i Göteborg - hans kanske mest kända verk. Han var även arkitekten till VA verket i Norsborg – Malms tidigare projekt så de kände varandra väl.

Och nog blev det storslaget.

25 mars 1910 kunde kraft levereras ut på nätet och på hösten skulle kung Gustaf V inviga. En invigning som blev rätt så misslyckad. Pressen hade inte bjudits in och konungen hade kvällen innan tvingats avslå nådeansökan från den dödsdömde Johan Ander (han som invigde Sveriges giljotin) vilket gripit honom svårt och medförde att han inte var i form och avreste efter en snabb lunch.

Den första etappen omfattade 4 aggregat om ca 40 MW eller 50.000 Hkr och 25 Hz

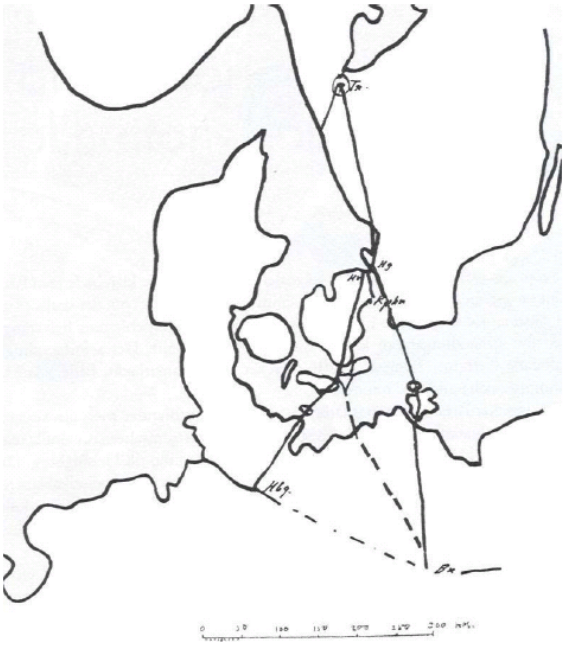
Torsten Holmgren som elansvarig var inte helt förtjust över valet av 25 Hz men fick ge sig - mer om detta senare.

De sista aggregaten 11, 12 och 13 färdigställdes år 1919



Sveriges Nationalkraftverk, Trollhättans kraftstation. Invigd 1910

Som ett unikt kuriosium vill jag visa en skiss som Lars-Erik har med i sin bok och som han hittade i ett arkiv. År 1909 hade man svårt att bedöma hur elanvändningen skulle utveckla sig och man kände att i Trollhättan fanns kraft för hela norra Europa. Det var också välkänt att växelström oavsett spänning och frekvens har en bortre gräns vad gäller överföring. Och att om man hade samma spänning men likström så skulle man komma oändligt mycket längre. Svårigheten är som jag nämnt tidigare att få tillräckligt hög spänning. Men detta fanns det lösningar på som nämns i bilden.



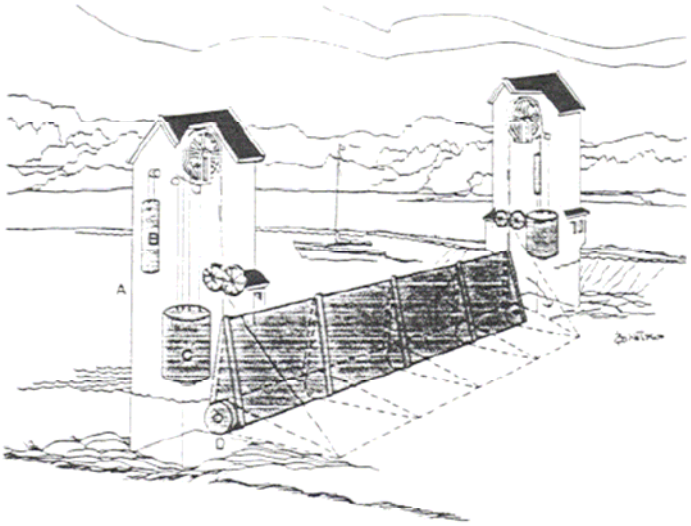
Ritning från 1909 som visar hur Trollhättan skulle kunna försörja Hamburg och Berlin med el

Tanken var att använda HVDC och Thury-systemet efter sin uppfinnare Rene Thury.

Thurys ide var att serie-koppla Individuella DC-generatorer upp tilll lämplig spänning

Ett antal installationer gjordes med en högsta spänning 100 kV

Det som jag finner speciellt fascinerande är hur fort allting gick och oräddheten att pröva nya lösningar. Uppstår ett hinder så får man tänka ut en lösning och genomföra den. Ett utmärkt exempel – dock några år senare efter domen om Vänerns reglering - är detta att kraftproduktionen i Trollhättan kan innebära så låg vattenföring att saltvatten via Nordre Älv kan tränga in i Göta Älvs nedre del. Och självklart löste man detta.



Ormo skärmen i Nordre Älv sydväst om Kungälv
Avsikten är att hindra saltvatten att gå upp i Göta Älv

Om vi återgår till det elektriska så är det ju inte bara att bygga ett kraftverk. Man skall ha kunder också. Hansens avsikt - vilken överensstämde med det några år äldre Sydsvenska kraftaktiebolaget – var att försörja industrier och elverk med el. Man skulle inte ge sig in på egen sk detaljdistribution. Så samtidigt som bygget pågick så raggade man kunder. Att Göteborg skulle bli en viktig kund var klart och man räknade även med städerna på västgötaslätten.

Den första ledningen som byggdes var en 50 kV dubbelledning till Skara.

Den observante noterar att det står klar år 1908. Dvs två år före kraftstationen !

Detta är typiskt Hansen. Utefter Vänerns östra sida har nämligen det som senare blir Gullpångs kraftaktiebolag börjat jaga kunder och de har offererat leverans till Skara stad. Men Hansen hinner före med ett kontrakt utlovandes leverans innan han har ett kraftverk. Lösningen blir en provisorisk station i Trollhättan och leveransen kommer i gång enligt plan. Lednings-konstruktionen är tidstypisk. Dubbelledning av säkerhetsskäl med ostagade stolpar som i princip hänger i ledningen snarare än tvärtom. Och på jämna avstånd spännstolpar för att staga upp det hela. Samma princip hade använts på Sydkrafts första ledning Knäred – Malmö och användes senare även på ledningen Trollhättan – Göteborg.

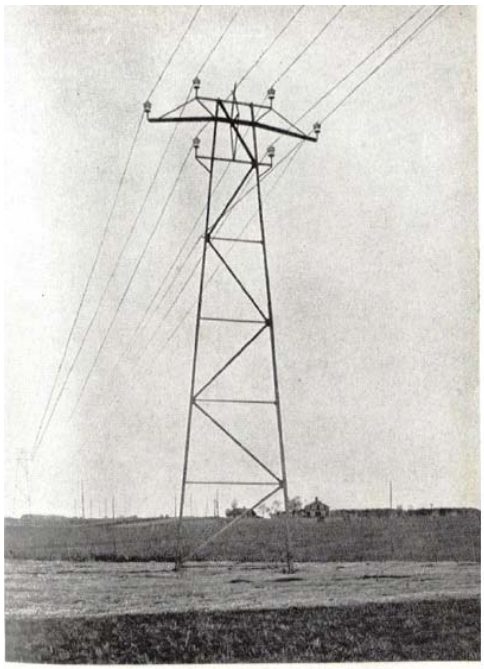
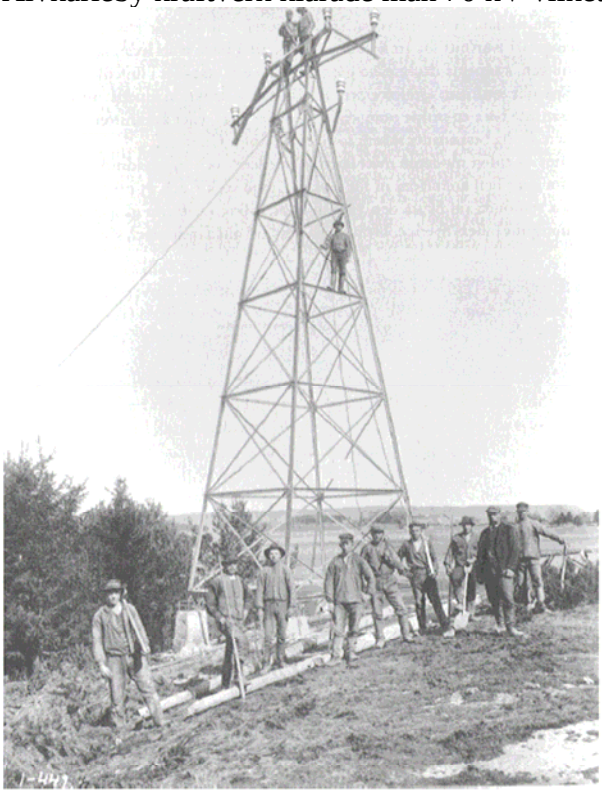


Fig. 33. Trollhättan. Ledningen Trollhättan—Skara. Bärstolpe.
50 kV. 2×3×35 mm² Cu, jordlina 50 mm² Fe. Normal spännvidd 170 m. Utförd 1908.

Vattenfalls första kraftledning
Trollhättan – Skara
2*35 mm2 Cu, topplina 50 mm2 Fe
50 kV 25 Hz. Klar 1908

Senare ombyggd till enkel 40 kV ledning. Ursprungsstolparna fanns kvar på sträckan Lextorp – Håkantorp till i början av 1990-talet.

Vid denna tid var max spänning i världen 50 kV. Några år senare när man skulle bygga Älvkarleby kraftverk klarade man 70 kV vilket då blev spänningen i mellansverige.



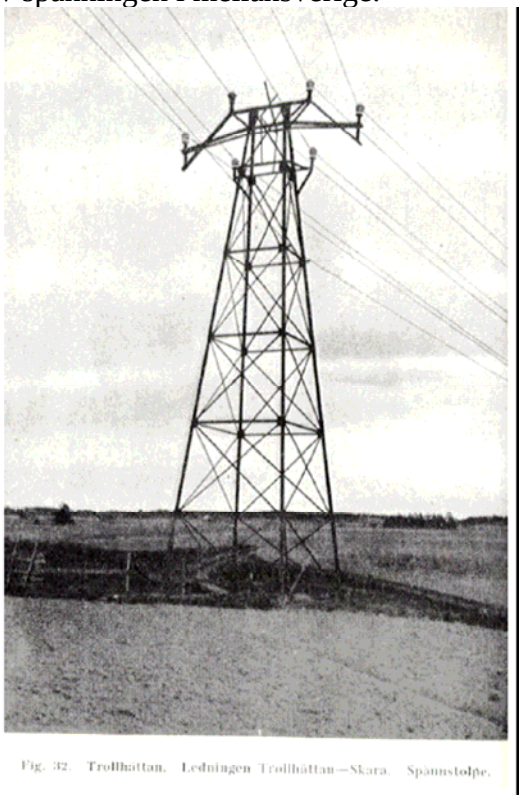


Fig. 32. Trollhättan. Ledningen Trollhättan—Skara. Spännstolpe.

Trollhättan – Skara, spännstolpe

Generatorerna levererade kraft vid 10 kV och för att försörja de elindustrier man kontrakterat och som etablerat sig på Stallbacka byggdes en kraftig 10 kV förbindelse genom staden. Förbindelsen fortsatte upp mot Vargön/Vänersborg.

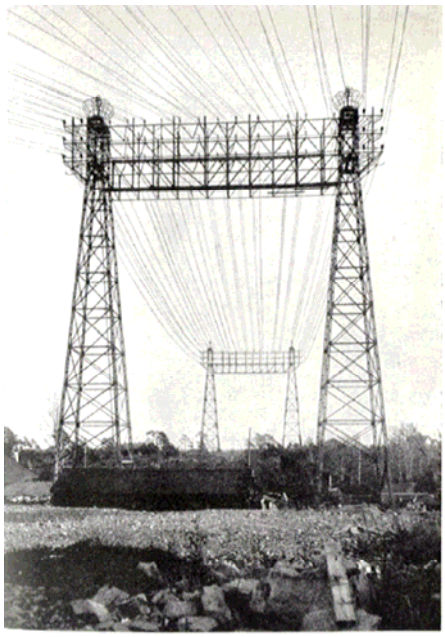


Fig. 29. Trollhättan. Ledningskorsningen med trafikkanalen.

10 kV ledningen Trollhättan – Stallbacka

"Brödrosten" 8 st 185 mm2 Cu förbindelser
Vid full last ca 4 MW förluster vilket innan avvecklingen skulle kunna försörja en mindre stad

Avvecklades efter tillkomsten av 130/10 kV stationen i Stallbacka 1966

Förbindelsen benämndes av vissa för brödrosten mht de stora elektriska förlusterna.

De första åren var intresset stort för el och det var lätt att teckna kontrakt med olika industri-intressenter under världskriget. Kriget krävde vissa metall och kemi-råvaror samtidigt som kolimporten var nästan stoppad. Ett av de mest omtalade projekten var AB Elektrosalpeter som hade så vidlyftiga planer att Vattenfall startade att bygga ett kraftverk i Harsprånget för den fabriksanläggning bolaget avsåg uppföra. Även i Trollhättan skulle man bygga fabrik och ha sitt huvudkontor. Det enda som blev av var disponentvillan i Trollhättan som Vattenfall tvingades ta över och Harsprångsbygget lades i malpåse inför bättre tider ca 30 år senare. Huset eller Salpetervillan blev i huvudsak nyttjat som personalbostäder och är nu sålt liksom alla övriga bostäder.



Ledningsnätet år 1911

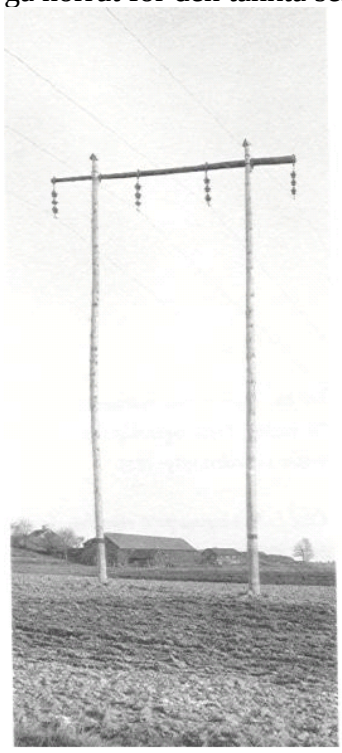
Primärlinjer	**50 kV**
Sekundärlinjer	**10 kV**

Nästa linje att tas i drift var den till Göteborg. På denna bild framgår ledningsnätets utsträckning år 1911.

Sekundärstationerna är Håkantorp, Skara, Högstorp vid Lilla Edet, Alingsås, Nol och Marieholm i Göteborg.

De första huvudledningarna var tänkta som dubbelledningar. Dvs det var två stycken separata ledningar i varje stolpe. Dvs det fanns reserv så länge stolpen stod.

Som jag tidigare antytt och kommer att återkomma till fanns inget facit så när det var dags att gå norrut för den tänkta sekundärstationen i Ånimskog såg ledningen ut så här.



De första ledningarna var dubbelledningar

Borde det inte gå lika bra med en enkel-ledning med reservfas ?

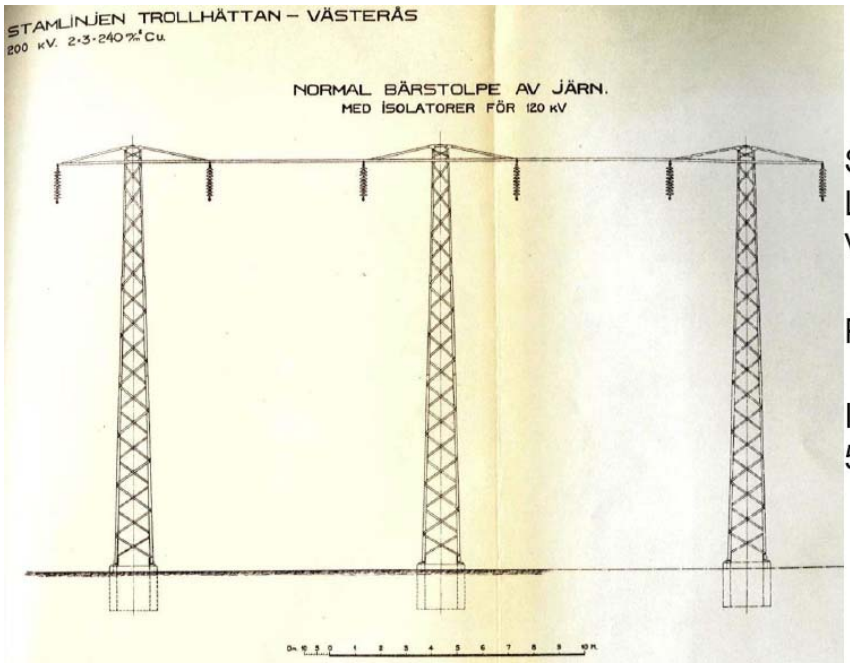
Motsvarande lösning fanns på transformato sidan.

Dvs istället för en komplett andra bransch så lade man upp en fjärde reserv-lina.

Möjligheten att ha med en reservlina som alternativ till dubbelledning var även med i bilden då man skulle bygga vad som skulle bli Europas första 130 kV ledning, Västra Stamledningen. Bakgrunden var att samtidigt som man nu låtit Trollhättan lysa upp västsverige och Västgöta-slätten så skedde samma process i Mellan-sverige men några år senare utgående från Älvkarleby kraftverk. Skillnaden var att man här använt sig av 70 kV och 50 Hz.

Allt eftersom belastningen ökade så insåg man att vatten är kraftkälla som varierar i tillgång och att man skulle kunna leverera betydligt mer om man hade tillgång till en ångkraftkraftstation som kunde köras oberoende. Detta var bakgrunden till Sveriges första stora konventionella kraftverk i Västerås. Och skulle det komma till verklig nytta så borde det samköras med både Trollhättan och Älvkarleby. Det var därför man byggde kraftledningen Trollhättan – Västerås.

Under projekteringen blev man informerad om att det i USA planerades för kraftledningar på 200 kV varför ledningen planerades för denna spänning. Först som enkel-ledning med två stolpar och plats för reservlina för att senare kunna kompletteras till dubbelledning.



Sveriges första stam-Linje, Trollhättan – Västerås.

Planerad för 2*200 kV

I drift 1921 med 120 kV 50 Hz och en branch.

Att reservlinan hängdes upp skedde nog bara på ledningen till Ånimskog. Däremot var det plats för den i de flesta ledningar som byggdes vid denna tid. En avgörande orsak att ”platsen” försvann var händelser som denna.



The 50 kV line from Högstorp (Lilla Edet) to Alingsås after an ice storm in 1921. It was classified as a 100 year event.

Historien lärde oss emellertid att det var inte lin-fel som man skulle räkna med.

Utan att tappa hela ledningen !

Dvs hela ledningen rasar – då hjälper inte en reservlina. Denna isstorm var speciell och idag är den klassad som sk 100-års händelse. Enligt meterologisk expertis var den ur isbarkssynpunkt värre än de stormar som exempelvis drabbade kanada för ca 10 år sedan. Jag kan även nämna att det svenska elsystemet inkluderande stamnätet inte klarar en sådan här isstorm. Det är man medveten om men eftersom det är en 100-års händelse och den är i regel relativt lokal men okänt var den slår till så är det inte samhällsekonomiskt motiverbart att ha ett transmissionssystem som klarar en sådan här påkänning. Det som är oroande är emellertid att snart har det gått 100 år…

Så plats för reservlina försvann men lösningen används fortfarande för kablar.

För att återgå till Västra Stamlinjen så byggdes den inte enbart med stålstolpar. Huvuddelen av västra sträckningen utgjordes av betong-stolpar och i flera fall var även regeln av betong. Idag finns få av de ursprungliga stolparna kvar. Sträckan Västerås – Hallsberg byggdes om på 1980-talet och Hallsberg – Moholm för några år sedan.



Jag var här först !

Stamlinjen Trollhättan – Västerås

Spänningshöjdes till 220 kV 1950

Trollhättan – Moholm spänningssänkt till 130 kV 1960

Delvis ombyggd mitten av 1980-talet mellan Trollhättan - Moholm

Totalombyggd Västerås – Hallsberg på 1980-talet (T-stolpe)
Hallsberg – Moholm > 2000

Då försvann det unikum i det svenska kraftsystemet vilket bilden visar. Här har uppenbarligen något ramlat mellan stolarna i den sk planbevakningen. En orsak kan ha varit att stolpen står några spann in på den sida som skulle skötas av det som inom Vattenfall tidigare hette Motala Kraftverk. Och Motala-borna trodde nog att det som var väster om Vättern skötte Trollhättan…

Notera platsen för reservlinan till höger.

Så här långt hade ledningsbyggandet kommit år 1934

50 kV systemen sträcker sig till Säffle i norr, Skövde i öster och Borås. På lägre spänningar når man enda till Jönköping och Gislaved.

På västra stamlinjen har transformatorstationer tillkommit i Moholm och Hallsberg. Dessa har tillkommit i samband med elektrifieringen av västra stambanan. Av samma skäl har det byggts en 130 kV ledning Trollhättan – Alingsås.

Det kan vara av intresse att nämna några ord om relationen SJ – Vattenfall. Denna var inledningsvis inte så bra.

Inom SJ hade man tidigt förstått att eldrift av järnvägar var något för framtiden och man hade innan Vattenfall bildats i Statens namn lagt beslag på ett antal fallrättigheter att ha inför framtiden. Första konfrontationen uppstod 1910 då SJ avsåg att elektrifiera malmbanan via ett eget kraftverk i något som hette Vakkokoski i Torne älv.



Ledningsnätet 1934

130 kV stationer 50 Hz i Hallsberg, Moholm och Alingsås har tillkommit för elektrifieringen av Västra Stambanan

Detta ansåg Hansen vara småfnuttigt. Skall man bygga kraftverk så skall man bygga för framtiden. Han föreslog ett kraftverk i Porjus som både kunde klara av SJ behov och elektrifiera Norrland. För att kunna ta ställning bjuder riksdagen in SJ chefen och Vattenfalls chefen för att inför dem få argumentera för respektive ståndpunkt. Den matchen vinner Hansen och riksdagen fattar beslut om Porjus – värt ett eget föredrag**.**



Kraftledningssystemet i södra Sverige i mitten av 1930-talet. Sydkrafts 130 kV system sträcker sig från Malmö till Nässjö.

SJ omformarstationer finns i Malmö, Hässleholm, Alvesta och Nässjö

När det senare är dags för järnvägselektrifiering i södra Sverige vill SJ åter sköta detta i egen regi. Bla har man konstaterat att det visserligen låga periodtalet om 25 Hz inte är tillräckligt lågt. Man vill ha egna stationer med 15 Hz – i Porjus finns det nämligen generatorer med denna frekvens för järnvägen samt 25 Hz för allmän elektrifiering. Och man har en hel del fallrättigheter.

Vattenfalls ledande eltekniker vid denna tid – Waldemar Borguist – kommer med förslaget att SJ krav lämpligast ordnas genom att bygga omformarstationer anslutna till 50 Hz och anordnade på det sättet att skillnaden i antalet sk poler är 1 till 3 varvid man skulle få en frekvens av 50/3 Hz eller 16.67 Hz.

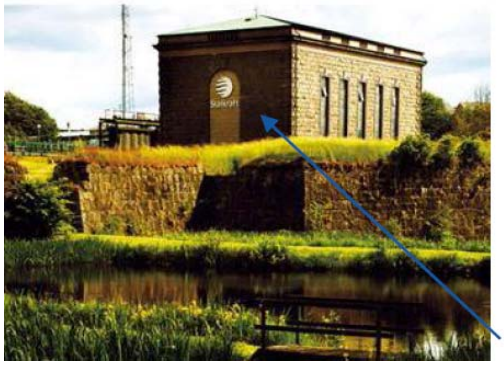
Återigen kunde Vattenfall påvisa det rationella i förslaget då det skulle påskynda elektrifieringen av landet eftersom nya ledningar till omformarstationerna måste byggas.

Och fram till dess det var dags att hantera kraften från Indalsälven - så var de största kraftledningsprojekten i södra Sverige kopplade till elektrifieringen av stambanorna. Av vad jag vet var det endast i ett fall man kan säga att SJ fick egna kraftverk kopplade till sina fallrätter och det var i Lagan där de två nedersta – och pampigaste kraftverken Karsefors och Laholm – byggdes av Sydkraft på arrende med villkoret att kraften gick direkt till järnvägen till självkostnad.



Karsefors (31 MW, 129 GWh) och Laholm (11 MW, 36 GWh) kraftstationer i Lagan

Byggda i början av 1930-talet för att förse järnvägen med elektricitet.



Sydkraft arrenderade vattnet av staten i 55 år vartefter Vattenfall hade rätt att inlösa kraftverken. Så skedde inte utan de övergick till Sydkraft (E-on) som 1/1 2009 överlät dem (och många andra kraftverk) till Statkraft i kanske den största företagsaffär som gjorts i Sverige (drygt 50 miljarder kronor).

Notera Statkrafts logotype på kraftverket

Jag nämnde nyss Indalsälven. Här misslyckades Hansen i kampen om många av fallrätterna även om man senare byggde ut bla Midskog och Stadsforsen. Här var det istället Krångede-bolaget som drog igång Krångede kraftverk. Krångede-bolaget bestod av ett antal bruk i mellan-sverige som ihop med Stockholms stad gått ihop för att bygga kraftverket som skulle bli större än Trollhättan. Man söker och får koncession på en 220 kV ledning från Krångede till Horndal som tas i drift 1936 (och står ännu kvar). Vattenfall planerar att även ansluta Stadsforsen till en 220 kV ledning mot Horndal-Västerås men den blir klar senare så 220 kV var Krångede först i landet med.

Detta att det såg ut att bli parallella system var det många som började ifrågasätta Något som gjorde GD Malm ytterst förbittrad var att samtidigt som Sydkraft låg i förhandlingar med Vattenfall om kraftleveranser från i första hand Trollhättan så får han reda på att Sydkraft gått med i Krångede och sökt koncession för en egen 220 kV ledning från Horndal till Nässjö – tvärs igenom det sk centralblocket Trollhättan – Älvkarleby. Det som verkar ha varit grundbulten till att man inte kunde komma överens var att Sydkraft ville se sig som jämnbördig och transitera kraft medan Vattenfall ville sälja egen produktion på samma ”tariffvillkor” som till andra kunder.

Efter ett tag lugnade det ned sig och man försökte göra det bästa av situationen. Man hjälptes åt – det visade sig att Vattenfalls 220 kV ledning blev försenad och då kunde de nybyggda omformarstationerna för Norra stambanan matas från Krångedes ledning som i huvudsak gick i samma gata.

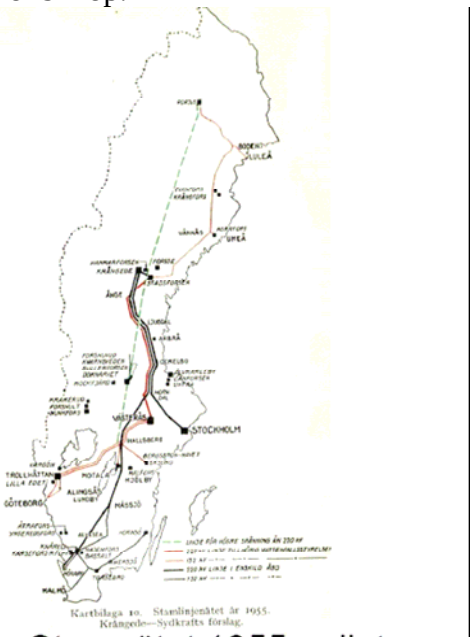
Så att man skulle jobba synkront var man överens om och 1938 fasades hela landet ihop för första gången genom ett brytartillslag i Nässjö. Då var ännu inte 220 kV framme i Nässjö utan på någon delsträcka lär det varit via 70 kV som systemet hölls ihop.



Stamnätet år 1938
"Ett system"



Granholms utredning
1937



Stamnätet 1955 enligt
Krångedegruppens förslag

Men Indalsälven skulle kräva fler 220 kV ledningar, och sedan kom Ångermanälven och sedan Ume-älv och sedan….

På något sätt var man tvungen att samarbeta om hur utbyggnaden framgent skulle gå till mellan de privata aktörerna – främst representerade av Krångedegruppen och Vattenfall. Den som fick uppdraget var dåvarande chefen för Statens Järnvägar – Axel Granholm. En mycket god vän till Gösta Malm eftersom Granholm varit arbetschef för Porjus-bygget och personligen rådgjort med Malm om han skulle nappa på SJ-budet. Men den som nog styrde Granholm var sekreteraren i dåvarande Vattenkraftföreningen Erik Upmark – som även han skulle sluta som SJ chef. Granholms förslag som publicerades 1937 innebar att man skulle fortsätta utbyggnaderna gemensamt och hjälpas åt. Där ingick även att titta framåt och då underförstått att Lule-älven skulle byggas ut och att det då kanske inte skulle räcka med 220 kV.

Att man skulle samarbeta var budskapet och under kriget fortsatte diskussionerna. Dessa ledde till – hjärnan lär vara Borgquist att – man skulle bilda ett gemensamt stamnätsbolag som skulle sköta utbyggnaderna över 200 kV och att Vattenfall skulle ha 55 % ägarandel. Detta tyckte man nog från Vattenfalls sida var en bra lösning eftersom man vid denna tid inte hade den ”särställning” som man senare fick.

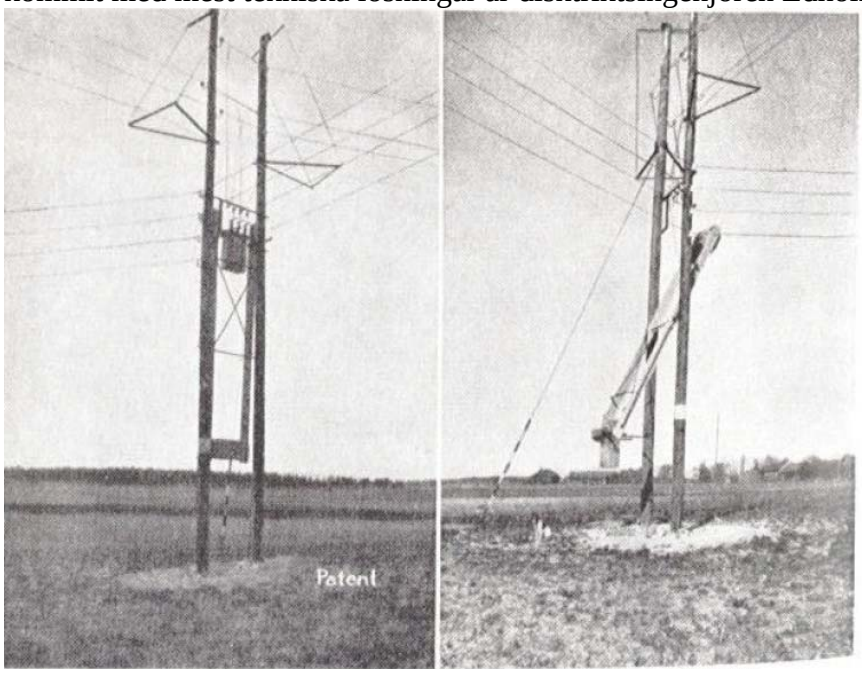
Men det visade sig att den nya regeringen som tillträdde efter kriget inte brydde sig om att ens behandla framställan om ett stamnätsbolag. I 1946 års statsverksproposition skriver chefen för kommunikationsdepartementet att framgent skall endast Statens Vattenfallsverk tillåtas uppföra kraftledningar över 200 kV spänning. Och i och med att riksdagen godkände propositionen i sin helhet så blev det också lag. Och i maj 1946 ges direktiv till Vattenfall om detta samt att man skall träffa avtal om transitering med privata företag som har sådant behov. Den nya situationen ledde sedan till framförhandlandet av ett nytt sk stamnätsavtal.

Detta att det i Sverige förekom flera kraftföretag, representerade av Krångedegruppen och Vattenfall som hade betydligt mer produktion än slutkunder har gjort att vi idag nog är det enda landet i Västeuropa där stamnätsoperatören enbart äger ledningarna över 200 kV. Det normala är att den sk TSO:n äger transformeringar och åtminstone de maskade systemen i området 110 – 150 kV.

Något om kunderna….

Ursprungligen var inte Vattenfall intresserad av slutkundsmarknaden. Helst såg man att bygden gick ihop i så kallade eldistributionsföreningar och skötte det praktiska gentemot slutkunderna och så gjorde även Sydkraft Det första stora kraftföretaget som intresserade sig för hela kedjan från produktion till slutkund och som gjorde en teknisk pionjärinsats var faktiskt Hemsjö Kraftaktiebolag som svarade för elförsörjningen i nordöstra Skåne och Blekinge. Hemsjöbolaget fick emellertid ekonomiska problem och köptes upp av Sydkraft på 1920-talet. Vd:n Alfred Ekström som får räknas som en av elektrifieringens stormän i Sverige hade inte Sydkraft plats för så han lämnade branschen för gott och startade en stortvätt i Alby utanför Stockholm. Och deras tekniske guru, Sten Velander, fick bli professor vid KTH, ännu odödlig tack vare sin formel.

Vattenfall hade även egen eldistributionsverksamhet i mindre skala och den som verkar ha kommit med mest tekniska lösningar är disktriktsingenjören Edholm i Älvkarleby.



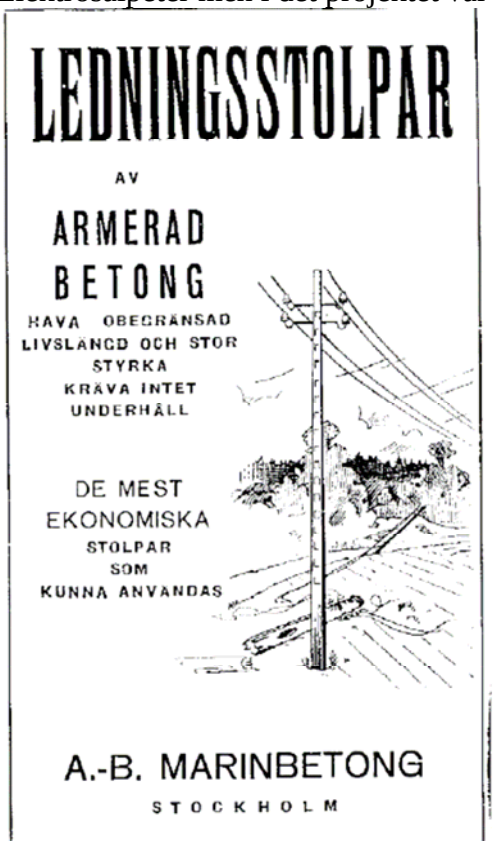
Vridbar distributions-transformator enligt distriktsingenjör Edholms konstruktion

En genial lösning för underhåll och reparationer.

Vi har idag en tendens att tro att det är först nu man förstått vikten av ekonomi i verksamheten och att tidigare generationer bara varit ingenjörer utan ekonomiskt förstånd. Inget kan vara felaktigare när man talar om svensk elindustri och pionjär-åren.

Det vi glömt är att elen före första världskriget för gemene man i huvudsak kopplades till belysning - inte som energikälla och begreppet ”allting går med elektricitet…” är i dessa sammanhang relativt nytt. Visserligen ökade elförbrukningen långt mer än man trott under första världskriget men det berodde på kol och bränsle-brist generellt.

Efter kriget blev det något av det vi nu upplever – tvärstopp – och bla Vattenfalls ledning fick mycket kritik för som det hette dåliga affärer och avtal – jag har ju redan nämnt AB Elektrosalpeter men i det projektet var man uppbackad av riksdagen.



Det ekonomiska tänkande som vi idag anklagas för att aldrig haft är inget nytt

Så elen som energiråvara var i högsta grad konkurrensutsatt där en konkurrent hette muskelkraft och en annan ”hästkraft”. Så ekonomisk försiktighet och noggranna kalkyler på lönsamhet och avkastning var självklara saker.



Fig. 34

Det kan vara af icke ringa betydelse att tidigt lära barn att handskas med elektriciteten, och för detta ändamål kom till julen 1916 i marknaden en liten treflig barnspis (fig. 34) med små lerkärl. Spisen är så konstruerad, att den är alldeles ofarlig och utgör tydligen en mycket treflig leksak, som äfven är till nytta.

Under Första Världskriget ökade elförbrukningen över förväntan pga bränslebrist.

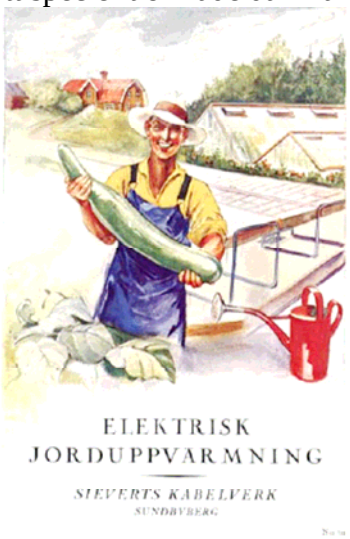
Därefter blev det stopp

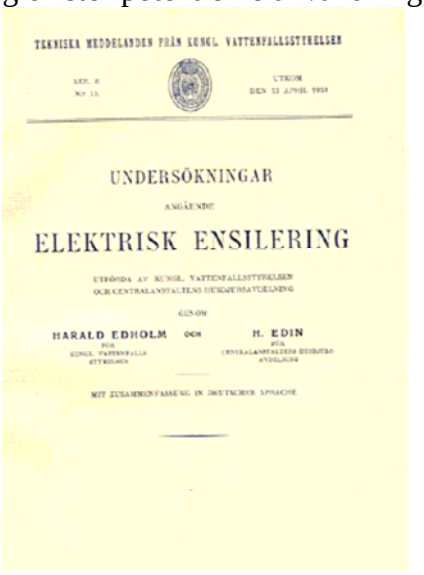
Att öka elanvändningen och få folk att förstå elens fördelar var ett självklart branschintresse.

Och kan man inte få husmor att skaffa elektrisk spis så får man leta upp sådana som kan jobba som lobbyister…

Många var ju även rädda för elektriciteten – och är än idag. Vill Ni veta mer om dessa människor vill jag rekommendera boken ”Mot Strömmen” av Dan Korn - om att leva utan el i vår tid – en härlig läsning.

Ett speciellt område där man såg en stor potentiell elanvändning var inom jordbruket.




TEKNISKA MEDDELANDEN FRÅN KUNGL. VATTENFALLSSTYRELSEN

UTKOM

UNDERSÖKNINGAR

ANGÅENDE

ELEKTRISK ENSILERING

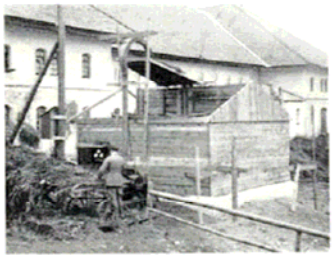
UTFÖRDA AV KUNGL. VATTENFALLSSTYRELSEN
OCH CENTRALANSTALTENS JORDBRUKSAVDELNING

GENOM

HARALD EDHOLM OCH H. EDIN

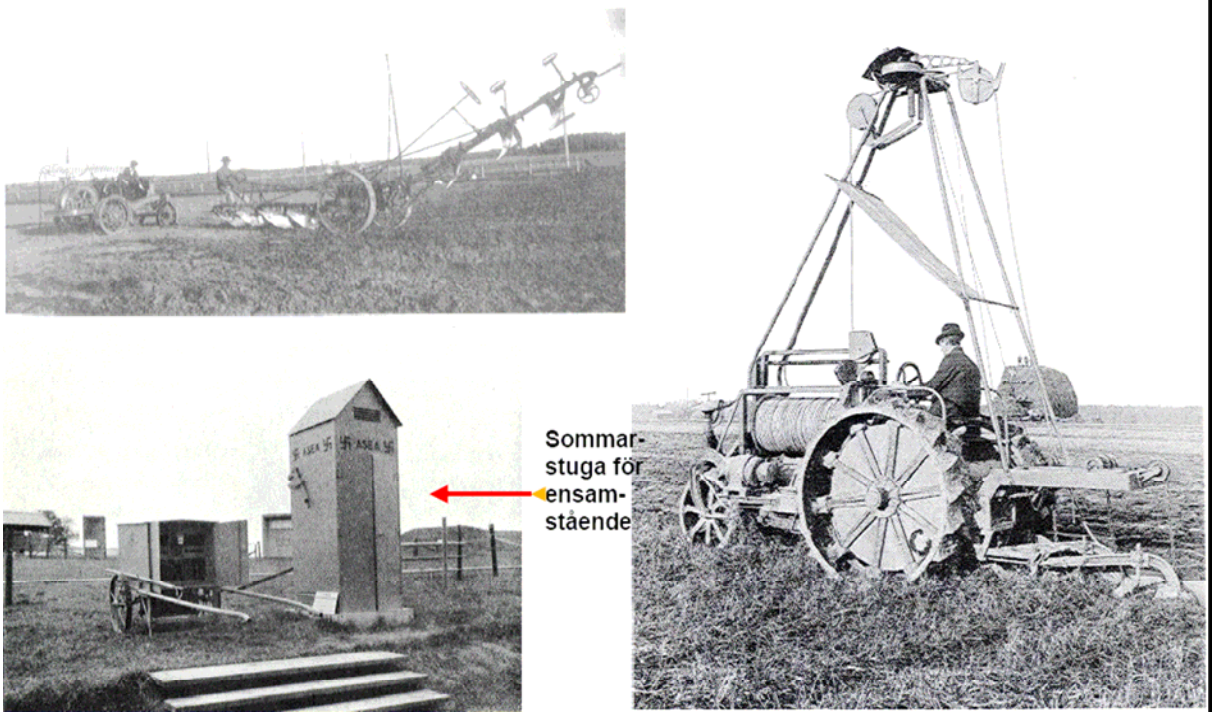
MIT ZUSAMMENFASSUNG IN DEUTSCHER SPRACHE





Jordbruket sågs som en av de viktigaste potentiella användarna av elektricitet. Vattenfall skapade en egen mönsteranläggning där man testade olika sätt att använda el i verksamheten

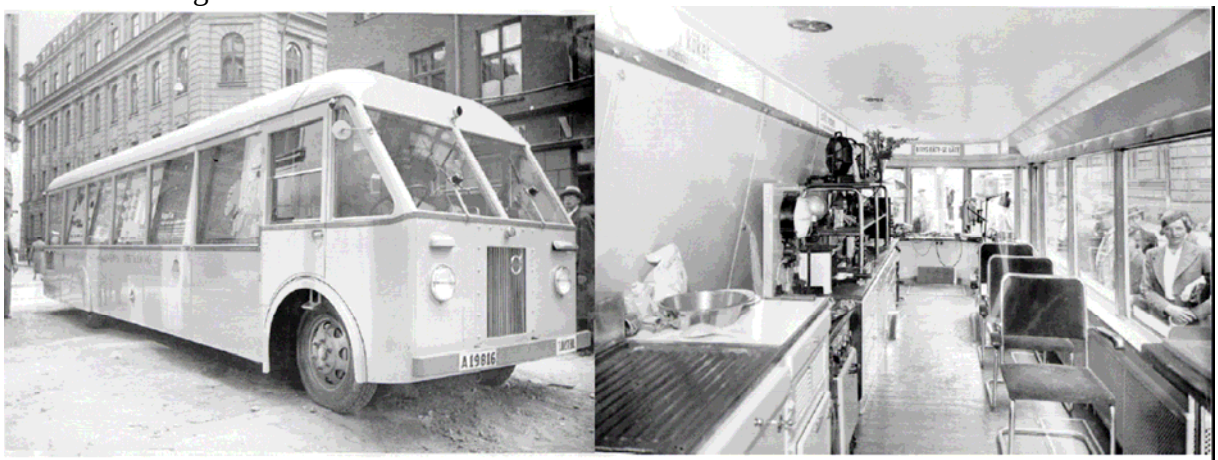
Vattenfall var djupt engagerade i dessa projekt. Det fanns nog inget moment i det moderna jordbruket som man inte försökte elektrifiera. Och i många fall lyckades man men inte i alla…



När det gällde elektrisk plöjning testades ett antal förslag men det slutade väl med att man plöjde av sladden – precis som med dagen elektriska motorgräsklippare….

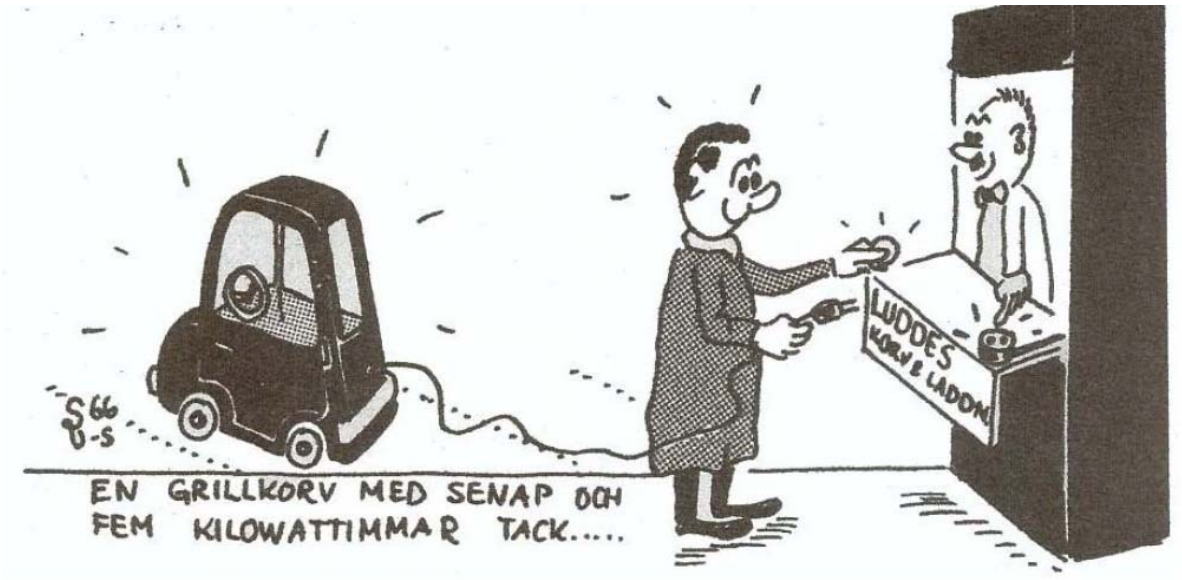
Notera transformatorstationen med sin svastika – ASEAs dåtida logotype. Denna typ av mindre transformatorstationer fanns ju förr över hela landet och kan fortfarande ses i exempelvis Danmark. En som var med på 1940-talet och elektrifierade kuststräckan söder Uddevalla där jag bor berättade för mig att vi kallade dem för ”Sommarstuga för ensamstående”. En mycket träffande liknelse.

Att få husmödrarna att använda el kämpade man på med i flera decennier. Bla skaffade Vattenfall en egen buss som man åkte runt med för att visa elens fördelar i hushållet.



Vattenfalls utställningsbuss för demonstration av hur elen kan användas i hushållet, 1936

Även idag gäller det att öka elförbrukningen men nu är syftet ett annat – nämligen att el miljömässigt rätt producerad skall ersätta sämre former av energiförbrukning. Men även här finns inget nytt under solen – denna teckning återfanns i tidningen Motor år 1966 !



Ur tidningen Motor nr 40/1966

Källa: SEK Aktuellt 3/2010

Utvecklingsparet ASEA – Vattenfall

Jag skall nu gå tillbaks till Trollhättan och det vi idag kallar Olidan – det gjorde man inte från början. Det hette Trollhättans kraftstation. I och med att Hojum-stationen tillkom - med en ståtlig invigning 1943 - så fick den gamla stationen namnet Olidan.

ASEA hade varit banbrytande i framtagandet av tre-fas systemet och levererat ett flertal generatorer innan man fick ordern på till slut alla 13 till Trollhättan. Men när det gällde övrig elektrisk utrustning och speciellt den för 50 kV så hade man inga referenser att falla tillbaks på.

Flera tungviktare tyckte att man borde satsa på de med referenser som General Electric, Westinghouse eller Siemens. Men elchefen för Trollhättan tyckte att man skulle låta ASEA även få det man då kallade instrumenteringen. Dvs transformatorer, ställverk med tillbehör som exempelvis brytare. Detta trots att ASEA inte var billigast. På bilden ser Ni hur man formulerade sig inför styrelsen.

…med hänsyn därtill, dels att det vore högst önskvärt att samme leverantör levererade såväl instrumenteringen som generatorerna, dels att det vore lättare att få skadade delar ersatta hos en verkstad inom landet än utom landet samt dels att det låge i statens intresse att tillgodose den svenska industrin, att antaga ASEAs anbud, ehuru detsammas anbud icke vore obetydligt högre än det lägst avgivna.

Utdrag ur beslutsprotokoll Kungl Vattenfalls-styrelsen 1909

Detta med att välja svenskt om så var möjligt blev en oskriven lag och den lyftes fram i många sammanhang – ofta med en angiven % sats hur mycket dyrare det fick bli – i regel max 10 % . Men det var om så var möjligt – vilket vid denna tid innebar en teknisk uppförsbacke mht att konkurrenterna som jag nyss nämnde låg före spänningsmässigt. Och som vi strax kommer till så var det relativt vanligt att man lät det mesta av ordern gå till ASEA men att konkurrenterna fick några skärvor. Men det handlade inte om rättvisa – man ville se hur andra löste problemen.

ASEA fick alltså ordern på instrumenteringen och här ser vi hur en aggregat-transformator såg ut. För varje generator fordrades det tre en-fas enheter och eftersom det till slut blev 13 aggregat blev det ett antal sådana här bumlingar. Intill ser Ni hur en brytare ser ut inuti. En brytare är till för att kunna koppla in och ur höga strömmar speciellt om det blivit fel i nätet. Det handlar om att släcka den ljusbåge som uppstår om man försöker bryta en krets med en ström med något 10-tals ampere. Ni har säkert märkt detta när Ni skruvar ur en högt belastad säkring. Det handlar om att väldigt snabbt få isär kontakter och att mediet runt omkring har en hög isolationsförmåga.

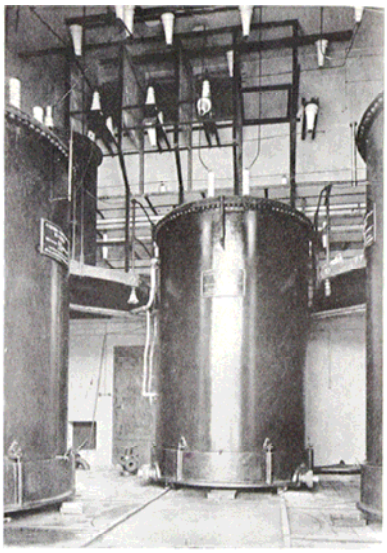
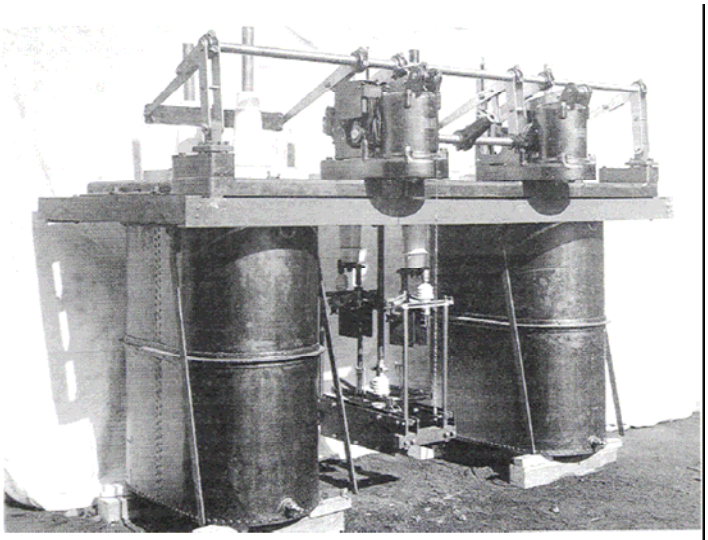


Fig. 21. Trollhättan. Transformatorcell.

En-fas agg-transformator Trollhättan 3.67 MVA 10/30 (52) kV 25 Hz



50 kV oljetankbrytare. Mittfasen frilagd

50 kV och senare 70 kV klarade ASEA utan problem. Nästa steg i Sverige var Untraverkets 100 kV överföring till Stockholm – jag vet inte om ASEA var inblandade.

Men sedan – vi skriver år 1919-1920 så var det dags att beställa transformatorer för 120 kV till västra stamlinjen. Två för Västerås-ändan och två för Trollhätte-ändan.

Och nu finns det flera experter som menar på att detta bör enbart anförtros de med referenser för dessa spänningar och de fanns bara i USA, där man några år tidigare nått 150 kV.

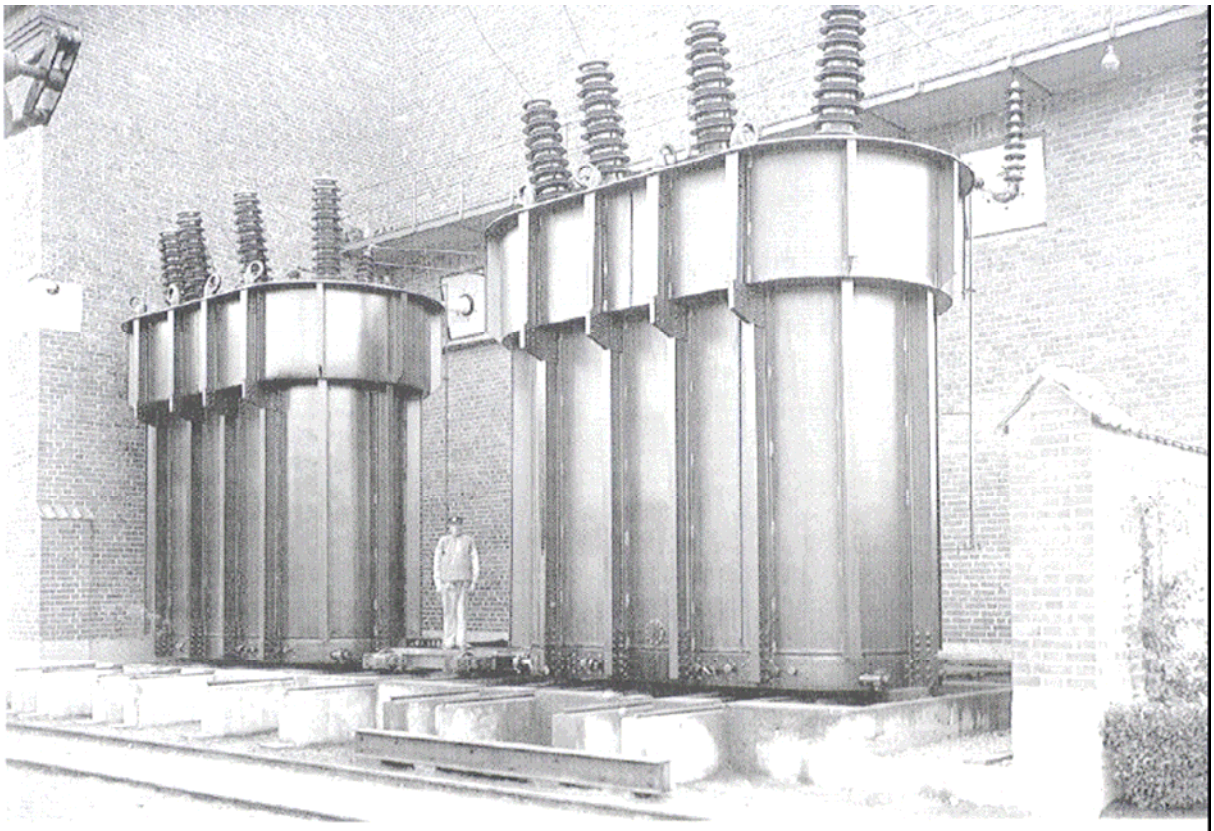
Men ASEA vill vara med. Deras VD sedan strax efter sekelskiftet, Johan Sigfrid Edström, bördig från Mollösund på Orust och en av 1900 talets största industriprofiler har lyckats skapa en personlig relation med såväl Hansen som Borgquist. Med den förste gick det trögt – Hansen var ju inte elektroingenjör. Men med Borgquist utvecklas en mycket god vänskap. Självklart skall ASEA få vara med och slåss om ordern. Man tar in ett flertal experter för att utvärdera de anbud som inkommit. Det kommer att stå mellan ASEA och General Electric.

ASEA:s pris är lägst. De tyngsta experterna säger ungefär att hade man haft drifterfarenheter från ASEA:s konstruktion så hade det inte varit någon tvekan om att ASEA borde få ordern.

Det blir som nämnts tidigare – ASEA får ¾ av ordern. Båda enheterna till Västerås och den ena till Trollhättan. Den fjärde går till General Electric.

1 december 1921 skall det enligt kontraktet finnas transformatorer i båda ändar. Men de är försenade och först den 16 december kan ledningen spänningssättas, vilket sker med stort intresse från pressens sida.

Vad som sedan händer är rejält nedtystat. På lille-julafton havererar transformatorn i Västerås. Det konstateras sk kärnbrand vilket från vattenfalls sida man trodde berodde på slarv.



Vattenfalls (och ASEA:s) första 130 kV transformator-leverans. “Västerås”-ändan.

Borgquist startar en brevväxling med Edström som inte är nådig. Han tar upp flera års misslyckanden i andra projekt medan Edström svarar vänligt och undfallande. Frågar bland annat om han inte kunde få bjuda in herrskapet Borgquist till sin sportstuga i Dalarna under trettonhelgen så kunde fruarna åka skidor och ha det trevligt medan vi åker till Ludvika och besöker fabriken.



Född i Malmö

KTH 1903

Siemens-Schückert Berlin 1906

Anställd i kanalbolaget 1908

Överingenjör 1914

Överdirektör 1920

Generaldirektör 1938

Styrelseordförande LM Ericsson 1933-52

Waldemar Borqquist 1882-1970



Född på Orust

Chalmers 1891 senare ETH

Zürich spårvägar 1897

VD Göteborgs Spårv. 1900

VD ASEA 1903-1933

Styrelseordförande ASEA 1934-1949

Ordf. SAF 1931-1942

Ordf. IOK 1946-1952

J. Sigfrid Edström 1870-1964

Borgquist tackar för inbjudan och fortsätter sedan i en ännu hårdare ton spy galla över allt vad ASEA heter. Men Edströms taktik lyckas. Han skickar fram de bästa ingenjörer ASEA har och yrkesmän emellan så känner Borgquist att de måste få en chans. Och även om Edström och Borgquist kände varandra tidigare så blir deras vänskap djupare och djupare. Det blir många besök i sportstugan med familjer.

Men fler haverier skulle komma – totalt hade man tre transformatorhaverier på två av ASEA transformatorerna inom kort tid. De två senare var dock inte sådana att man direkt kunde anklaga ASEA för felkonstruktion.

Eftersom det till stamlinjen inte fanns några kunder så kunde problemen nedtystas. Däremot fick ASEA punga ut med dryga bötesbelopp för den ekonomiska förlust Vattenfall erhöll. Främst pga extra körning i Västerås.

Det intressanta är att Borgquist – frågan är hur mycket Malm begrep av det elektriska – delvis mörkar för styrelsen vad som egentligen hänt. Man kan säga att han slätar över det hela som otur från ASEA:s sida. Hade sanningen kommit fram att man faktiskt inte hållit måttet så hade det varit en katastrof för företaget. Men Borgquists intention och tro på Edström och hans ingenjörer att de klarar detta gör att han väljer att ge dem en chans.

Men man skall för den skull inte tro att Borgquist gick i ASEA:s ledband. Han var under hela sin gärning noga med att hålla ASEA medveten om att han hade full koll på konkurrenternas priser och var inte ASEA konkurrenskraftiga (de 10 % jag nämnde ovan) så skulle han inte tveka att välja andra.

Denna trygghet hos ASEA exploderade 1958 vilket jag återkommer till.

Det var ju kärnbrand som skedde 1921. Transformatorbränder kan vara rätt otrevliga. Vi har ju just sett en ljusbåge i aktion – här har vi en illustrativ transformatorbrand. Det är först en kortslutning med en ljusbåge utanför transformatorn.

Den stora ström som kortslutningen innebär klarar inte transformatortanken utan transformatorn spricker och olja sprutar ut i slutet av filmen…



Se separat filmsnutt

AC-DC

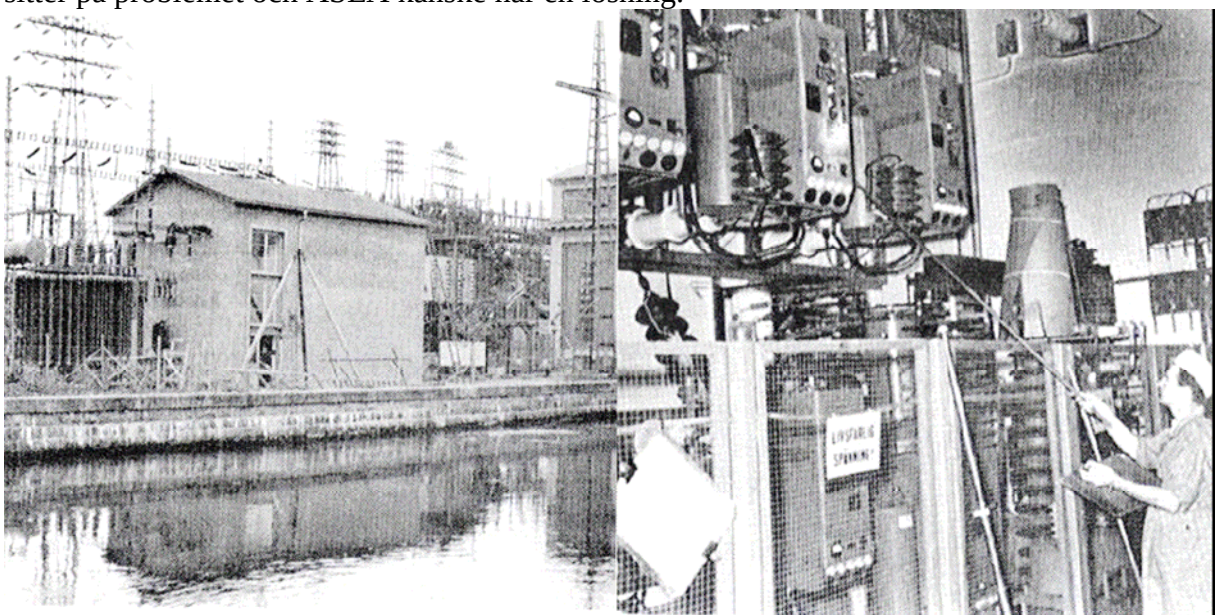
När det gäller striden mellan Växel och Likström så vann växelströmmen slaget när det gällde eldistribution pga möjligheten att enkelt ändra spänning samt att de grundläggande motorbehoven kunde tillgodoses med den mycket enkla och billiga asynkronmotor som är den helt dominerande motordriften i världen.

Men behovet att kunna likrikta växelström till likström ökade mer och mer. Historiskt skedde detta via roterande omformare. Dvs en växelströmsgenerator drev en likspänningsgenerator. Detta var standard i alla större städer som ju oftast redan hade ett eldistributionsssytem för likström etablerat. I städer som Stockholm och Göteborg försvann de sista likströms hushålls-leveranserna så sent som i slutet av 1950 talet.

Roterande omformare var dyra och det fanns även tillämpningar då man behövde likström i mindre skala. Ett mellansteg till roterande omformare var det svenska sk Glesum-systemet men det slog aldrig igenom utan det var kvicksilver-likriktaren eller jon-ventilen som blev den första kommersiella alternativet till roterande omformare. Jag skall inte gå in på hur en likriktare fungerar men elektriskt kan en jonventil jämföras med en diod – den kan bara föra ström i en riktning.

Förutom behovet av likström för olika tillämpningar så hade DC-fantasterna på 1930-talet börjat vädra morgonluft. Man såg framför sig stora utmaningar på överföringssidan. Förr eller senare skulle man ta tag i Lule-älven efter debaclet med Harsprånget som ju stoppades och då skulle man bara för Lule-älven behöva över 20 stycken 220 kV ledningar för att få ner kraften – OBS det är jag som gjort kalkylen på en höft. Med HVDC hade det inte behövts så många ledningar.

Detta sporrade några ingenjörer på ASEA under ledning av Tekn Dr Uno Lamm. Vattenfall med GD Borgquist i spetsen är självklart intresserade – det är ju Vattenfall som sitter på problemet och ASEA kanske har en lösning.



"Likboden" i Trollhättan för test av Uno Lamms HVDC-koncept

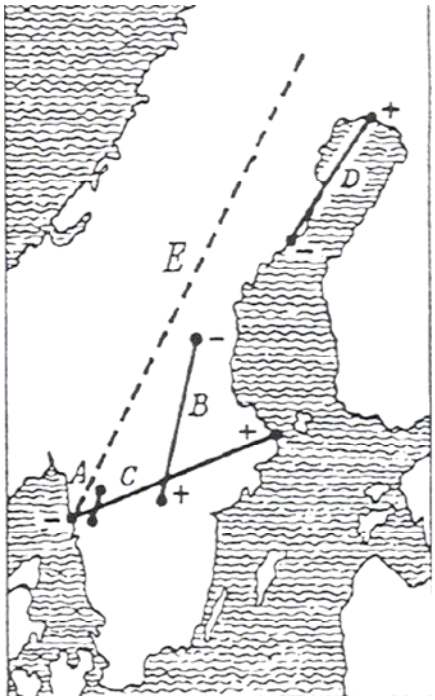
Knut Barkman manövrerar

Ett intensivt samarbete startar och man bygger en prototyp-anläggning i Trollhättan. Den inryms i en byggnad som i folkmun fick namnet Likboden. Provsträcka var ena branschen på 50 kV dubbelledningen Trollhättan – Mellerud. Proven startade 1944 och var som intensivast de närmaste åren därefter. Men stations-anläggningen i Trollhättan användes enligt lars-eriks bok ända till 1971.

En ide som tidigt kom upp för att hålla nere kostnaderna var att för långa HVDC överföringar låta ena strömmen gå tillbaks till ursprungskällan via moder jord. Som Ni alla väl vet måste ju en strömkrets ha två ledare – fram och åter. Men detta måste ju provas först.

Och nu var det statsangelägenheter som skulle undersökas. Och då får andra särintressen ge vika.

Man började i liten skala med korta avstånd på några mil för att till slut göra jätte-provet på 110 mil. Vid det detta prov så krävdes även mätledning på hela sträckan vilken utgjordes av befintliga kraftledningar. Så förutom att all tågtrafik stoppades i både Sverige, Finland och Norge så måste flera av Vattenfalls storkunder – speciellt i Norrland släcka ner. Även teletrafiken fick restriktioner.



Karta visandes försökssträckorna för likströms-återledning via jord hösten 1946.

A Trollhättan – Mellerud	50	km
B Hallsberg – Ljusdal	315	km
C Gullmarsfj. – Grisslehamn	460	km
D Haparanda – Umeå	315	km
E Gullmarsfj. – Koskullskulle	1100	km

Försöken gjordes i 10 min-perioder med 270 – 330 A

Övriga Sverige fick ”stängas” under proven liksom tågtrafiken i Norge o Finland

Vilken härligt tid för ingenjörer – man styrde över landet. I mitten av 1980-talet gjordes frånslagsprov på de sista aggregaten i Forsmark och Oskarshamn – det var nog sista gången man fick göra ett större experiment i nätet. Idag vågar man nästan ingenting i tron att kunderna kommer med sina advokater.

Men även på AC sidan jobbade man på båda sidor.

Vägen i Sverige från 50 kV 1908 till 220 kV 1936 gick via stegvis utveckling och i vi var aldrig först i världen.

Men strax över 300 kV fanns det ett antal barriärer som man inte kunde förvänta sig skulle lösa sig med bättre kunnande.

Exempelvis blir den elektriska fältstyrkan på ledarens yta så hög att störningarna skulle bli oacceptabla.

- *lösning: dubblera linorna till sk duplex utförande så blir ekvivalent radie som omkretsen*

Befintlig brytarteknik var otänkbar vid så höga spänningar.

- *lösning: man seriekopplade flera brytelement*

På dessa liksom många fler problem fann man lösningar.

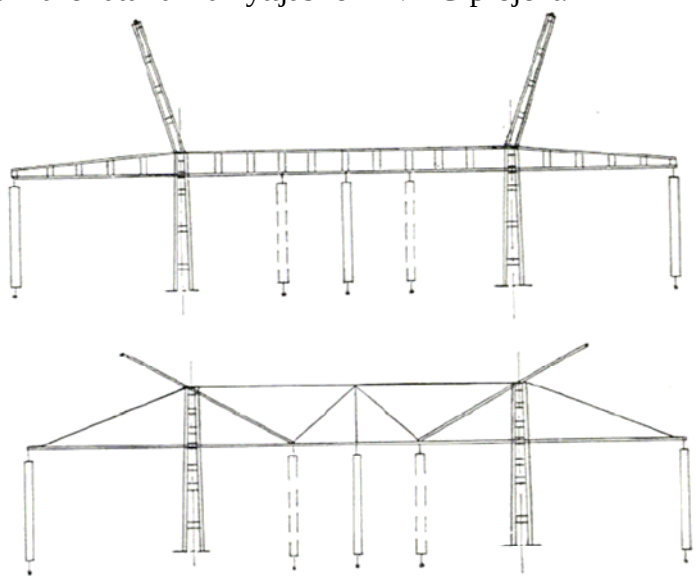
AC var det officiella spåret Vattenfall jobbade utefter och var det som skulle komma till användning då elförbrukningen stigit till den nivå att Lule-älven måste tas i anspråk.

Så blev det inget genombrott på HVDC sidan så var det högsta möjliga AC-spänning som gällde. 330 kV passerades snabbt och när man kom på att man kunde minska den elektriska fältstyrkan genom att ha två ledningar per fas så blev det ett stort steg uppåt.

Ett bekymmer med långa växelströmsförbindelser är att de har en induktans eller spolverkan. Man kan säga att eftersom strömmen varierar i riktning fram och tillbaka med en hög frekvens så blir det en bromsverkan från återledaren till framledaren och vice versa. Denna bromsverkan ökar med frekvensen och uteblir med HVDC – då endast den rena resistansen begränsar överföringen. Denna bromsverkan kom man på att man kan motverka genom att sätta in kondensatorer i ledningen på lämpliga ställen. Detta hade aldrig gjorts tidigare så världsdebuten skedde i Alfta i en 220 kV ledning – tester vilka utföll till belåtenhet.

Beslut om att starta Harsprångsbygget igen togs i slutet av 1940-talet samtidigt som beslutet om en över 100 mil lång kraftledning med spänningen 380.000 volt från Harsprånget via Midskog till Hallsberg.

Men man kände att HVDC kanske kommer – så den stolpkonstruktion man tog fram var även tänkt för att kunna nyttjas för HVDC-projekt.



Olika förslag till stolp-toppar för den första 400 kV för-bindelsen.

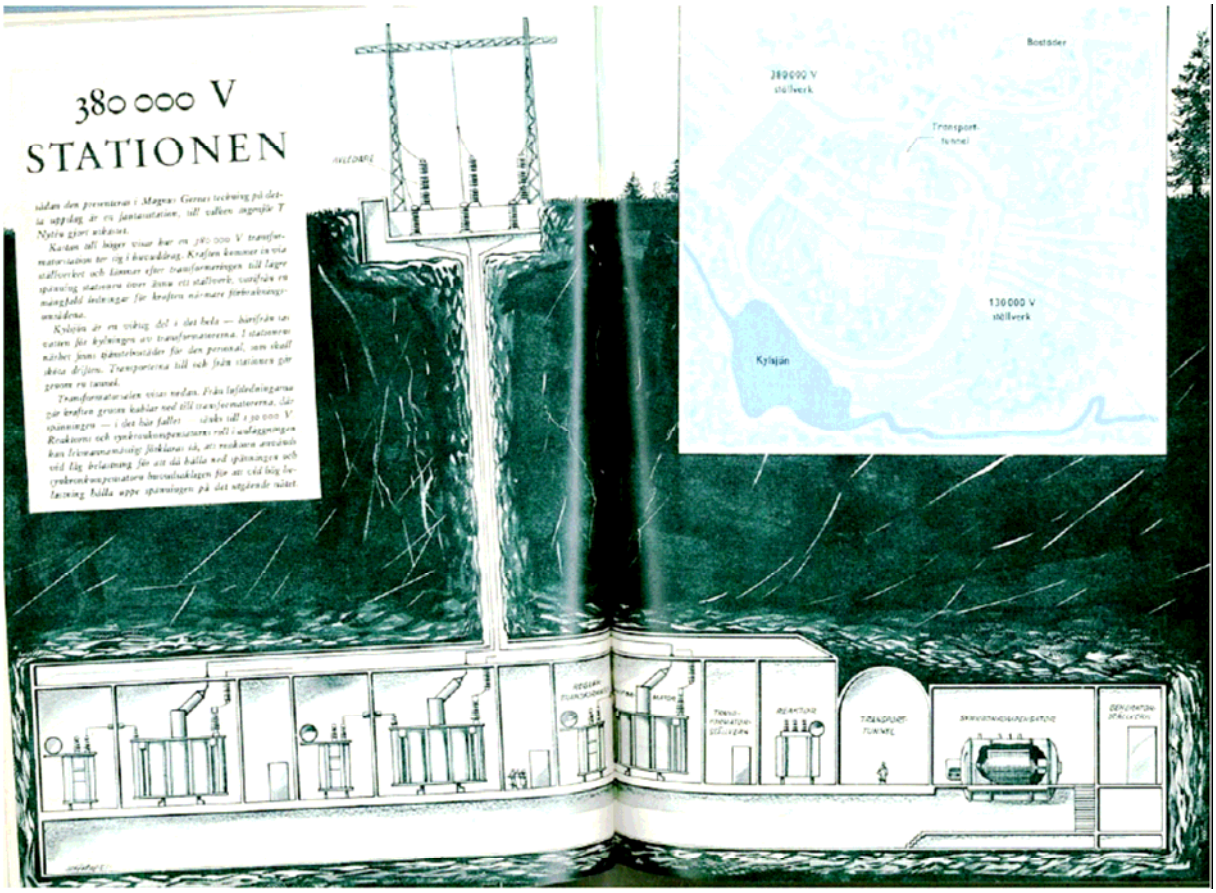
Stolpen var tänkt att kunna användas som 1*400 kV eller 2*200 kV HVDC

Inledningsvis var det ingen hemlighet att man startade i Harsprånget och landade i Hallsberg. Hela sträckan var klar 1951 men det var först 1952 som man kunde höja till 380 kV vilket snabbt i praktiken snarare blev 400 kV. Och man var redan igång med nästa ledning som skulle gå till Enköping och sedan var det Göteborgs tur.

Men mer precis än så var man inte angående var man hamnade.

De anläggningar som byggdes för att ta emot kraften från norr kom till när kalla kriget kanske var som kallast för Sveriges del. Så alla vitala delar var nedsprängda i berg och exakta lokaliseringen av stationen var mycket hemlig och det fick inte framgå av kartor mm var de låg.

Denna bild är tagen från en artikel i Vi i Vattenfall som skildrar bygget av stationerna Stenkullen och Söderåsen.



Själva artikeln är mycket förtegen om var stationerna ligger – det står ungefär Västkusten - Stenkullen o Söderåsen nämns inte - och så är det en stor bild på platschefen med namn. I nästa nummer kan man läsa att platschefen gått i pension och avtackats vid en större fest i Stenkullen utanför Göteborg – vad gjorde han där ?

De stationer som byggdes på detta sätt var förutom Hallsberg, Hamra vid Enköping, Kimstad vid Norrköping, Stenkullen samt Söderåsen.



T2 är identisk med T1 och avvecklas 2011

Fd T1R i Stenkullen
Levererad 1954
Avvecklad 1988
1 fas 170/170/100 MVA
425/146/21.2 kV YN/A/D
P_o 285 kW P_{bel} 500 kW ek 8%
Vattenkyld, tp-vikt 150 ton

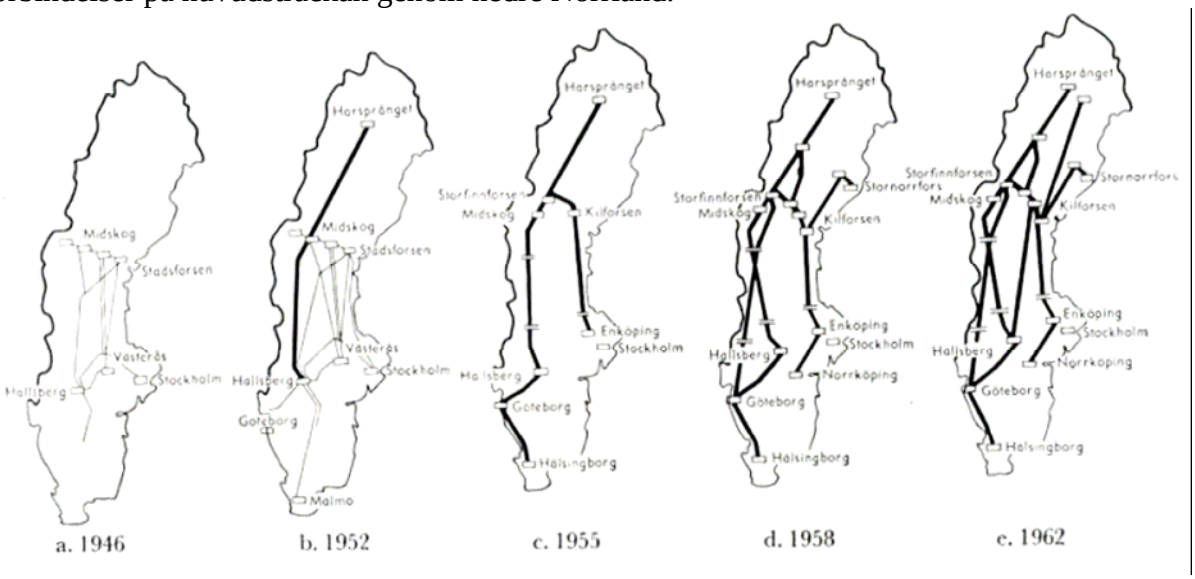
Ursprungligt aggregat bestod av
4 huvudenheter (R,S,T + Q) samt
4 reglerenheter magnetiserade från
D-lindn och inkopplad i nollpunkten

Omsättning $\frac{425+-15*1.8kV}{146+-15*1.8kV}$

Alla stationerna finns kvar men det är bara i Stenkullen som man fortfarande har kvar ursprungstransformatorer från 1954 nere i berget.De kommer att tas ur drift i år och jag trodde nog att ABB transformers med glädje skulle vilja ta över någon för obduktion. Jag fick nämligen kritik för att vi på 80-talet inte tagit till vara någon av alla de som då gick till skrot. Men intresset fanns inte längre – och det är klart att så länge de personer var kvar inom ASEA/ABB med minnen från den första generationens 400 kV transformatorer -1 fasiga och vattenkylda – så ville de se hur deras konstruktioner klarat sig.

Under själva projekttiden fick inte 400 kV projektet så stor uppmärksamhet. Omvärlden slickade såren efter kriget. Men vid 1952 års stora elkraftkonferens gjorde man sensation.

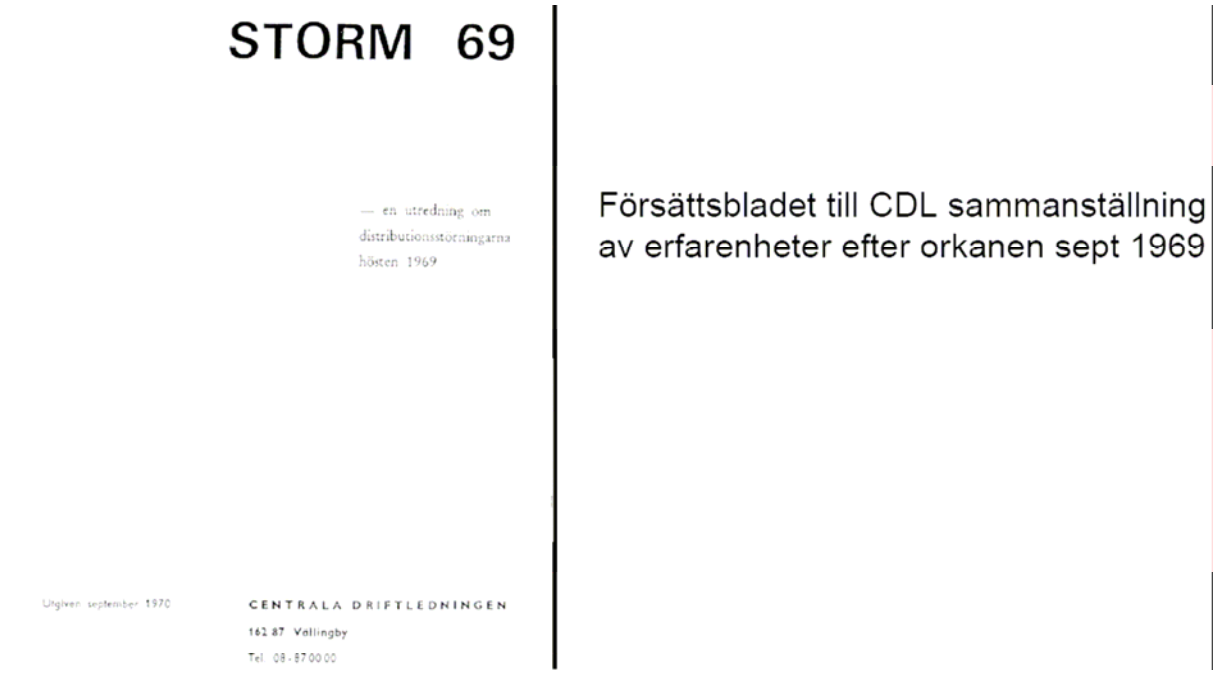
Vi var först med 400 kV och ASEA hade ett enormt försprång över sina konkurrenter. Och under 1950 och 1960 talen byggdes 400 kV systemet snabbt ut så att vi 1969 hade sju förbindelser på huvudsträckan genom nedre Norrland.



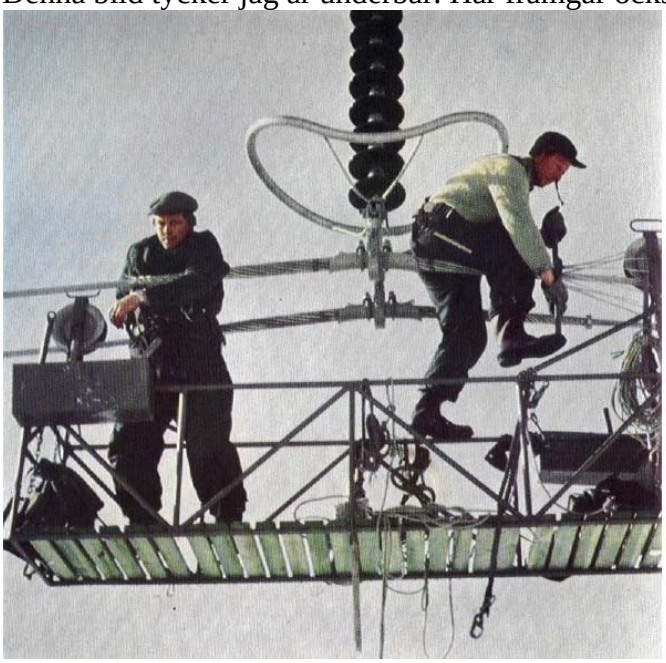
På bilden över de första utbyggnadsetapperna är det inritat sk kondensator-symboler på ledningarna markerande de seriekondensator-anläggningar som byggts. Själva serie-kondensatorn är inget krav för höga spänningar men genom att införa dessa så behövde man inte bygga så många ledningar som annars skulle behövts.

Den sjunde var den som gick längst västerut och passerar Trollhättan. Inför detta bygge kände man att man tidigare tagit till lite rejält vad avser både isolationsnivå och dimensionering av stolpar varför det blev en ny smäckrare stolpe. Men Moder Natur gav snabbt igen och vid stormen 1969 rasade ledningen i trakten av Trollhättan vilket försvann i pressen – dvs hemlighölls.

STORMEN 1969 gav många andra lärdomar som dessvärre inte togs tillvara vilket kunde konstateras när Gudrun slog till för några år sedan. Hade branschens rekommendationer om trädsäkerhet för leveranser över 2 MW följts så hade Gudruns verkningar begränsats till lokalnäten och då hade vi kanske klarat kritiken. Den sk HEL-utredningen som var klar några månader före Gudrun menade att vid stormar som 69 så skall landsbygden evakueras – men fordrar att samhället i övrigt fungerar



Denna bild tycker jag är underbar. Här framgår också att det är två ledningar per elektrisk fas.



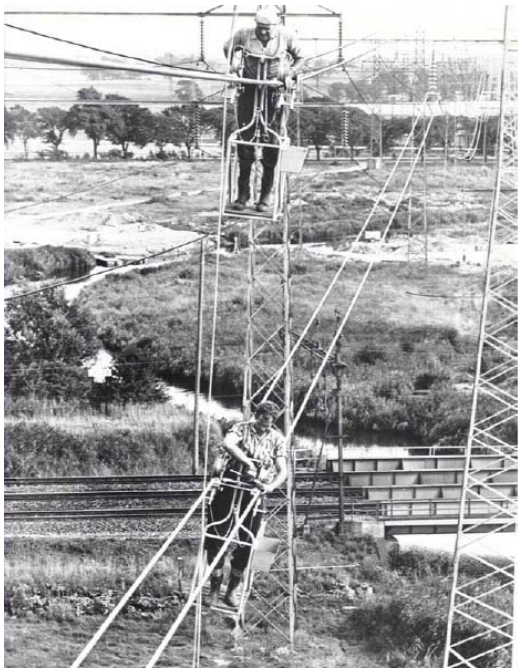
Vattenfall har varit en pionjär när det gäller säkerhet och arbets-miljö.

Men det tar tid innan nyordningar slår igenom

Man kan ju inte vara före tiden men Vattenfall var en pionjär på arbetarskyddets område. Säkerhetsbältet i bilar tillkom exempelvis på initiativ från Vattenfall.

Under mina bläddranden i Vi i Vattenfall – vår personaltidning - så läste jag om en tragisk dödsolycka vid ett kraftstationsbygge på 1950-talet då en yngling fått en sten i huvudet trots att han befann sig mycket långt från själva arbetet – jag tror det var en kilometer – han hade inte hjälmen på. Detta lyfts fram på ledarplats i en fin artikel att låt inte hans död bli meningslös – ha hjälmen på huvudet. Och när man längre fram ser bilder på vattenfallare så är hjälmen för det mesta på – ibland tom inomhus.

Inom Sydkraft tog det dock längre tid innan hjälmen kom på huvudet ….
……..



Montering av distansstänger på
130 kV ledningen Sege – Öresundsverket
i början av 1960-talet strax utanför Malmö

.....
.....
För ca 10 år sedan var jag på ett invigningsjippo på Chalmers och stod och språkade med en hög ABB direktör. Att vår förre chef Carl-Erik Nyqvist gick på övertid var allmänt känt och många undrade vad som skulle komma. Jag fick frågan - Per – tror Du det blir en politruk ?

Nä det tror jag inte svarade jag - sist det skedde gick facket till regeringen.
- ”va säger Du”
- ”Ja inte vårt fack – det var ditt.

Och politruken – det var förre statssekreteraren Erik Grafström här förevigad på en klassisk bild från jubileumsboken Strömkarl som gavs ut till vårt 50 års jubileum.



Från höger:

Vilhelm Hansen, 1862-1929	1909-1928
Gösta Malm, 1873-1965	1928-1938
Waldemar Borgquist 1882-1970	1938-1947
Åke Rusck 1912-1977	1948-1957
Erik Grafström 1914-1991	1958-1970

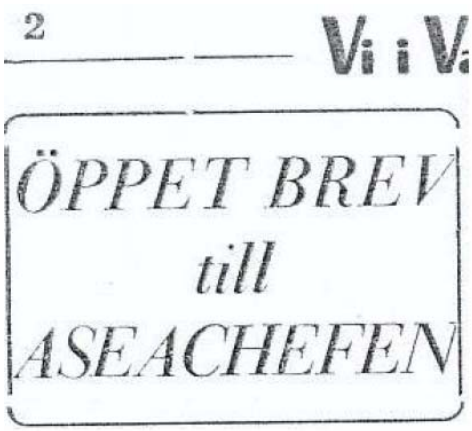
Bakgrunden sägs ha varit ett missnöje från statsmakterna att Vattenfall med chefen Åke Rusck drivit en för självständig linje i den sk Atomfrågan.

Så enligt klassiskt maner tillsattes en statlig utredning ledd av Grafström vartefter denne tog över. Hur tongångarna inom Vattenfall var vet jag ej men inom ASEA blev det uppror. I samma veva gick man miste om ordern på en 400 kV aggregat-transformator som istället beställdes från Belgien. Att Vattenfall skulle köpa 400 kV utrustning från någon annan såg man som otänkbart – det var ju en spänning som bara ASEA levererat. Och så hoppar Vattenfall av de atomkraftplaner man jobbat med. Ingenjörerna och övriga anställda på ASEA såg domedagen närma sig och klagade högljutt. Hur skall det gå med oss när vår störste kund leds av en icke-ingenjör.

Detta att Vattenfall borde ledas av en elektriker var inte nytt. Det var allmänt känt att Borgquist klagat högljutt då Malm tillträdde - att skall jag nu behöva lära upp en generaldirektör till.

Rusck fick visserligen ett fint jobb – VD på SAS men hamnade efter något år i trafikflygets värsta kris ditintills – alla hade förköpt sig på jet-plan och bolagen gick på knä. Han blev under förödmjukande former avsatt och in kom Curt Nicolin som akut livräddare.

För att återgå till bråket om Grafström så lyckades ASEAterna även engagera sin VD Åke Vrethem som i lokalpressen gjorde sådana uttalanden att Grafström tvingades till svaromål i personaltidningen.


2 Vi i Va

ÖPPET BREV
till
ASEACHEFEN

Vi i Vattenfall
No 2/59, 3/59


2 Vi i Va

ÖPPET SVAR
FRÅN
ASEACHEFEN

Broder!

Undertecknat
"Vattenfallchefen"

Undertecknat
"vännen Åke T Vrethem"

Han undertecknar med Vattenfallschefen – de känner varandra uppenbarligen inte. Under hövliga förhållanden blir ordväxlingen kort men man kan säga att nu är det gamla samarbetet snart slut. Sista stora projektet blir HVDC-förbindelsen till Danmark - Konti-Skan i mitten av 1960-talet. I fortsättningen är vi ej längre först utan kan köpa kommersiella produkter från flera leverantörer. Visserligen så är det tillåtet att räkna med nyttan av närheten till fabriker etc men någon 10 % marginal finns ej längre.

Jag kanske borde nämna att Grafström med facit i hand av de flesta nog anses varit en mycket lyckad GD. Och han kunde det politiska spelet vilket man kanske inte behövde tidigare. Då stod man över ägaren/staten.

Ett litet belysande exempel ges i förre folkpartiledaren Andersson i Rasjöns memoarer som häcklar Borgqvist för att denne ej ansåg sig behöva fråga ägaren om lov för investeringar som ej var upptagna i statsbudgeten.

Under ABB:s kriser har det från vissa håll antytts att Vattenfall åter borde träda in som på den gamla goda tiden. Det man glömmer var att vi en gång stod för utmaningar som det inte fanns lösning på och hade turen att ha en intresserad leverantör inom landet. Efter 1960 har utmaningarna varit i andra världsdelar och man kan inte begära att Vattenfall skall konstruera problem eller bygga spektakulära anläggningar som vi inte behöver. Men samarbetet fortsätter och jag har själv varit engagerad i mer eller mindre omfattning. Dryformern var ett av de större projekten och försöken att använda Power Systems kontrollsystem – MACH2 i vanliga AC tillämpningar var nog det projekt jag engagerat mig mest i.

Frekvensfrågan

Vad var orsaken till valet ?
-Det skulle passa järnvägen – vilket visade sig vara fel.
- Möjliggjorde längre överföring en högre frekvenser och ur belysningssynpunkt gjorde det inget – de kunder man tänkte på – stadselverk använde ju likström för slutkunderna.
    - Och även Stockholm hade 25 Hz vilket man behöll då Untra byggdes.
    -

Fördelar 25 Hz

- Ger möjlighet till längre överföring vid given spänning
- Kan kanske användas för järnvägsdrift
- Befintlig eldistribution sker med DC varför ingen olägenhet blinkande lampor
- Många industriprocesser vid sekelskiftet önskade låg frekvens, jmf Niagara

Fördelar 50 Hz

- Går att använda direkt för belysning
- Mindre transformatorer/motorer för given effekt (jmf flygets 400 Hz)

Att det ändå blev diskussion var att 50 Hz var den vanligaste frekvensen i landet och fanns redan i Trollhättan via Malgön. Det fanns även många andra frekvenser. Ett av de mer udda slagen var Ludvika bruk med sina 40 Hz. Men disponenten hade sina skäl – då kan inte kunderna ansluta sig till någon annat av de nät som fanns runt omkring.

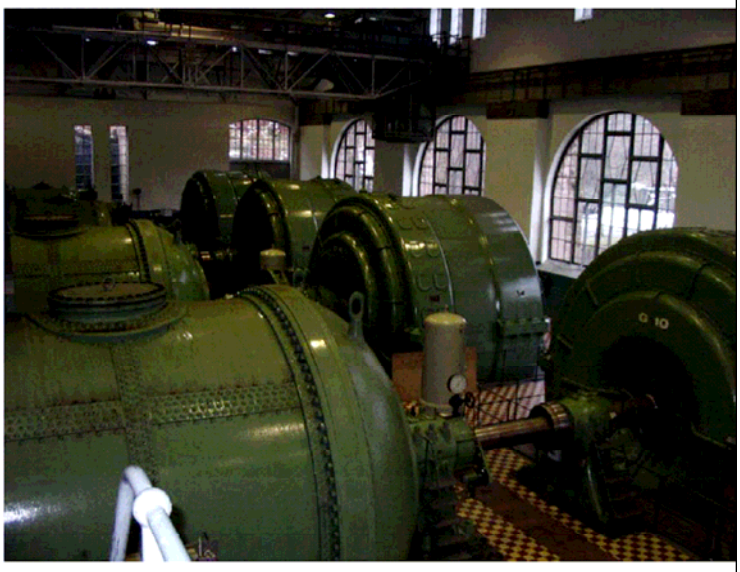
Men beslut är beslut och det var bara att köra på i väster. Men när det några år senare var dags att bygga Älvkarleby så hade Borgquist tagit kommandot och det blev 50 Hz och därmed kan man säga att riktningen var lagd.

Men i och med att man i väst hade ett kundnät som redan var låst till 25 Hz så gick det inte att ändra när belastningen steg. Fortsatta utbyggnader av kraftverken var tvungna att ske vid 25 Hz. Men några avgörande saker hände som gjorde att man förstod att man på sikt måste byta frekvens. Dels beslutet att bygga ihop systemen via Västerås. Dels att järnvägselekrifieringen skulle ske från stationer med 50 Hz. Så för den sista etappen i Olidan – generatorerna G11 till G13 så byggdes de med möjlighet till dubbla generatorlindningar dvs för både 25 Hz och 50 Hz. Idag är det bara en generator innanför skalen men skillnaden i huv-tjocklek framgår tydligt.

G8 under revision



G10 – G13 Olidans kraftstation

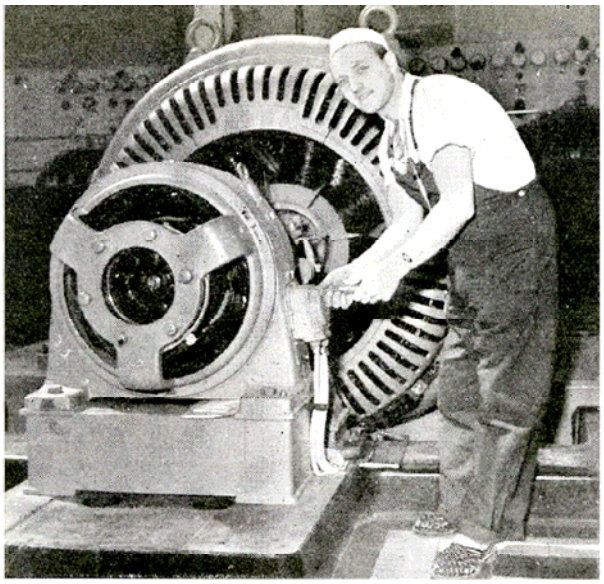


Notera bredden på G11 – G13 gen-huvar

Och det sista bygget i Göta Älv – Vargöns kraftstation hade en generator för 25 Hz och en för 50 Hz.

Stockholms Elverk tog började övergången till 50 Hz 1928 och var klara i början av 1940-talet.

1939 startade Vattenfall en planmässig omläggning till 50 Hz.



Elektriker Erik Andersson i arbete med en av de största maskiner som varit föremål för frekvensomläggningen: en synkronmotor på 1200 kVA hos SKE i Göteborg.

Första omläggningen skedde 1924 med Uddevalla-området och Bohuslän

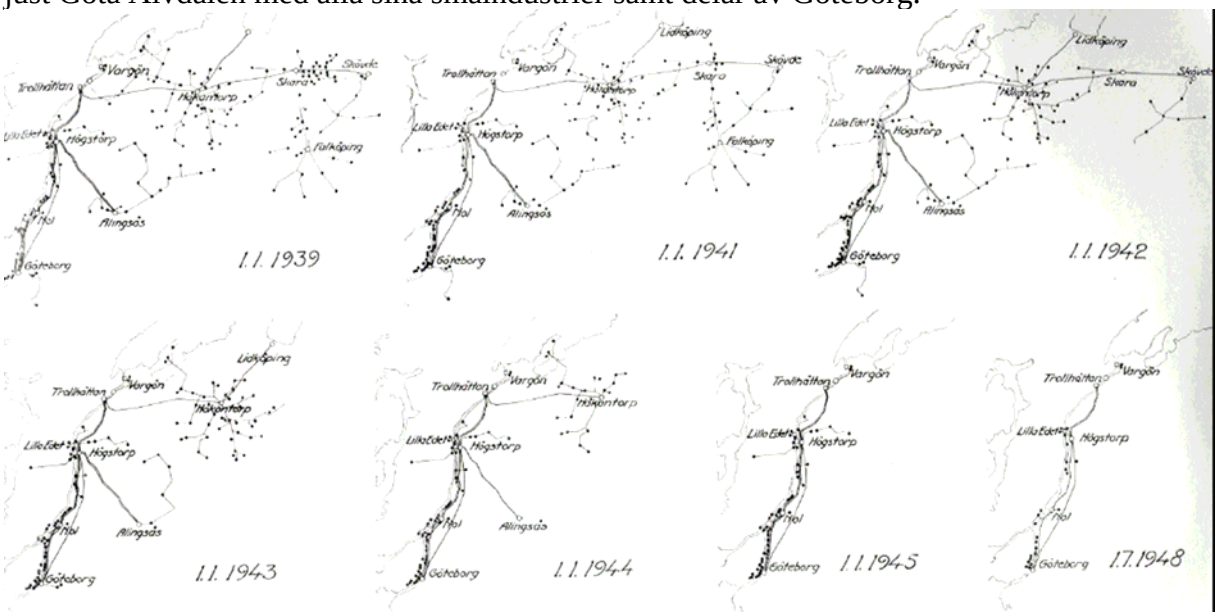
1926 kunde Göteborg erbjudas båda Frekvenserna

1939 startade en planmässig om-läggning.

Den skulle ta 20 år

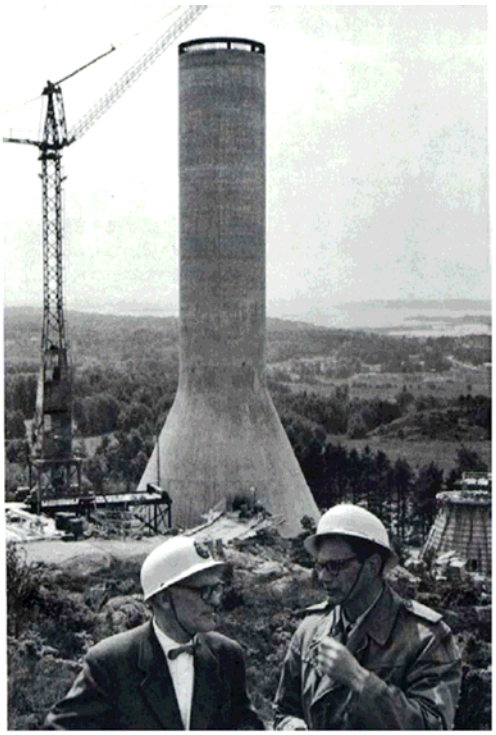
Man jobbade även i Norrland eftersom man även där hade 25 Hz från Porjus.

På denna bild kan man se hur snabbt systemet i Västsverige avvecklades. Det som tog tid var just Göta Älvdalen med alla sina småindustrier samt delar av Göteborg.



Omläggningen skedde på kommersiella grunder på så sätt att tjänade kunden på omläggningen via bättre verkningsgrad eller fick en nyare anläggning så fick han betala ett bidrag. Bara att hantera detta krävde en stor administrationsapparat.

Chef för hela projektet var distriktsingenjören i Skara, Fritz Brander. En av de personer som jag hört enbart roliga historier om och uppenbarligen en stor profil och glädjespridare.



Från 1939 – mitten av 1950-talet har man lindat om 40.000 motorer på totalt nästan 200 MW

Chefen HZ, Fritz Brander (t.v), i sitt sista stora uppdrag som projekt-ledare för Stenungssunds Ångkraftverk

Av Borgquist utnämnd till Frekvens-omläggningsgeneral

800 kV

Fram till oljekrisen och mitten av 1970-talet hade branschen en ständig tillväxt med en ökad elförbrukning på ca 7 % år eller en fördubbling vart 10:e år. Hade den fortsatt så hade vi nog i minnet haft de lärdomar stormen 69 gav och vi hade förnyat anläggningarna kontinuerligt. Istället fick vi ett stando som gör att vi har mycket få anläggningar byggda de senaste säg 25 åren.

Men det tar tid innan bromsen slår till. Idag är det många som skrattar åt utredningar som CDL72 som menade att Sverige krävde 24 kärnkraftverk år 1990 för att klara efterfrågan på elenergi. Det var optimismen som gällde – allt kunde bara gå åt ett håll – det sägs att hade någon tänkt på att summera de befolkningstal som respektive kommun trodde sig skulle ha år 1990 – det lär varit nästan dubbla befolkningen - så hade man insett det orimliga.

Så Vattenfall och ASEA kände sig triggade att åter ta ledningen när det gällde högsta spänning. Nu var det 800 kV som behövdes – vilket inte var så stort steg – under 1960-talet var man en bra bit över 700 kV i Canada och Sovjet.

Tanken var att knyta en ring mellan Brodalen i Bohuslän, Forsmark, Oskarshamn, Barsebäck, Ringhals och åter Brodalen. Projektet startades i slutet av 1970-talet men ledde till protester – bla en oro över de elektromagnetiska fälten – främst då det elektriska fältet. Så koncessionen förhalades för första etappen från Forsmark och söderut. Att projektet skulle bli av tog man bland Vattenfalls tekniker för givet.

Detta avslöjades på ett för Vattenfall pinsamt sätt då man med GD Norrby i spetsen uppvaktar energiministern i början av 80-talet. Som ett extra argument för koncession meddelar då chefen för kraftledningsbyrån att dessutom är ju stolparna redan beställda och snart på väg… Från en som var med har jag hört att Norrby – som annars var en lugn människa blev rosenrasande – han hade inte en aning om detta.

Någon koncession för 800 kV blev det aldrig utan det var fortsatt 400 kV som gällde – i de beställda stolparna. – istället fick man ta fram en 2*400 kV med lite annorlunda konstruktion. Stolpen var tänkt som 1*800 kV i kvadrupelutförande – dvs 12 faslinor vilket nu fick bli 2*400 kV i duplex utförande.



2*400 kV duplex ledning i tänkt 1*800 kV quadrupel stolpe

Notera den ökade isolationen på de yttre faserna.

Det beror på att ytter-faserna ligger utanför topplinans skyddsvinkel. Genom att ha högre isolation så minskar då sannolikheten för överslag till regeln

Men hela diskussionen om 800 kV ledde till att de projekt som föranleddes av Forsmarks anslutning, speciellt att förstärka förbindelserna över Mälaren kraftigt försenades. Konsekvenserna av detta visades i den första verkligt klassiska sk spännings-kollapsen i mellandagarna 1983. Ursprungsorsaken var ett dubbelt samlingsskenefel i Hamra utanför Enköping vilket momentant ledde till mycket låg spänning i mellansverige.


Söndagsfläta 842

Konstruktör: Jan Söderberg.

VÅGRÄTT:
1. Här så småningom ett skal som döljer det goda innehållet. (6)
4. Visas åt sidan. (6)
8. Vajade flaggorna i blåsten på Grönköpings torg. (11)
10. Hörs från besinnande. (3)
11. Det kommer ofta skurvis. (7)
14. Känd för de dagliga anteckningar han förde. (5)
15. Kuperat avsnitt. (3)
16. Har den som väntat med att ta itu med något. (5)
18. Lär många ha för vana göra, medan de på nån skall höra. (7)
21. Tråg vid brunn. (3)
22. Förekom i byarna i januari, det märkte nog även stadsborna. (11)

LODRÄTT:
1. Gav dreglande hund en lycklig stund. (6)
2. Får vi med saltet till maten. (3)
3. Rudas yngel. (5)
5. På bank en risk man får ta vid disk. (7)
6. Befordras portofritt och besvaras sällan. (9)
7. Hörs ibland ity och emedan, man talar först och tänker sedan. (6)
9. Var den cyska klockan vid Vena hen. (3)
12. Kommer inte ett i ett, än vi minns ett två i ett. (5)
13. Ses ofta med ett rejält lass på gaffeln. (5)
15. Gör spår i plåt. (7)
16. Blev sten för att ge jämnare

Svenska Dagbladets Söndagsfläta första helgen i januari år 1984

L12 lyder:
Kommer inte ett i ett, än vi minns ett två i ett

Mycket träffande beskrivning av det som skedde kl 12:58 och verkligen skickligt gjort i

När lindningskopplarna försökte förbättra spänningen så steg lasten och så sjönk spänningen ytterliggare och efter ca 1 min – klockan 12:58 så delades landet och södra delen slocknade direkt pga stort produktionsunderskott. Vi upplevde alltså något sällsynt – som inte händer ”ett i ett”

Kan jag få förslag till lösning ?

Det var alltså en frånskiljare som var orsaken – det var det även nästa gång södern slocknade år 2003. Då skedde något liknande det jag nu tänkte visa i Horred. Skillnaden mot filmsnutten är att det blåste så ljusbågen la sig på sidan och kortslöt samlingsskenorna.

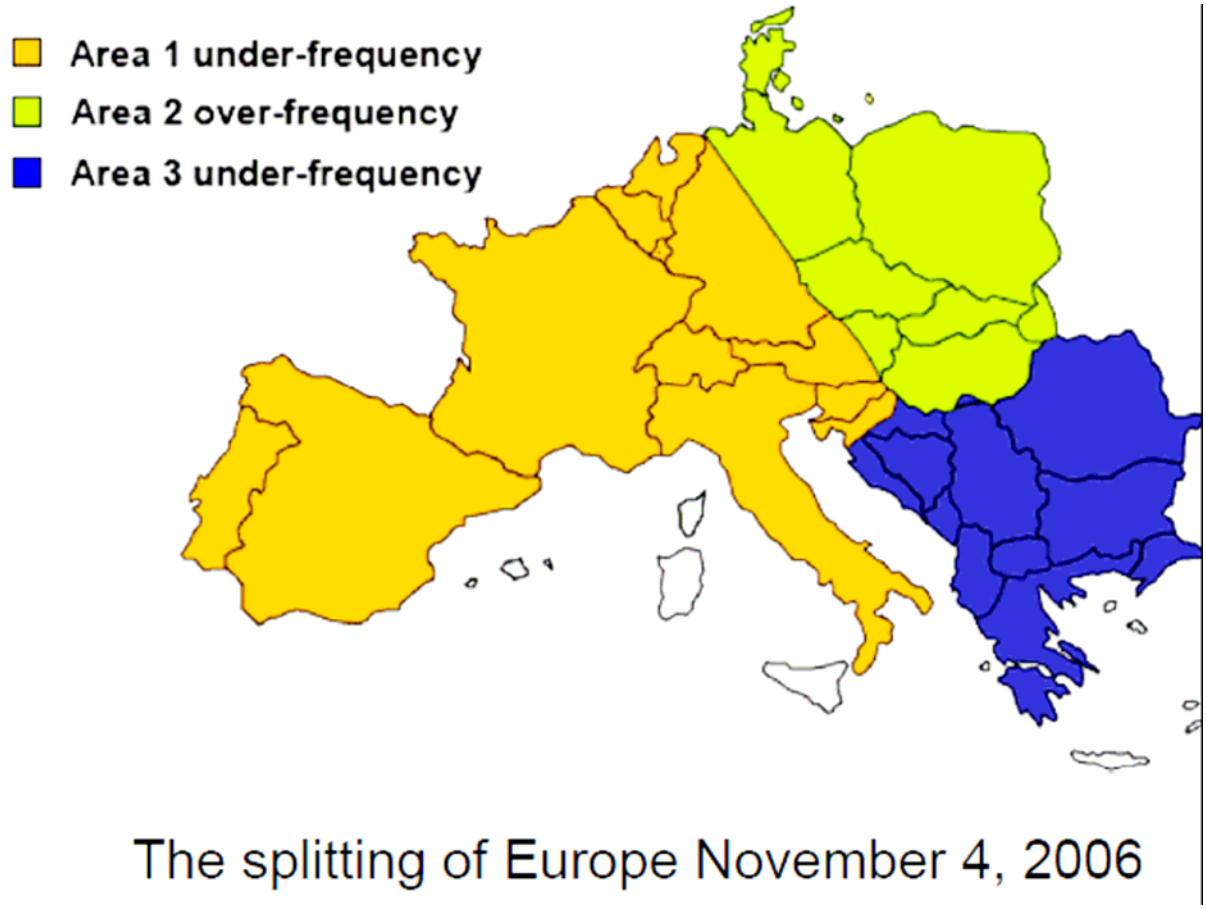


Se separat filmsnutt

Smart Grids

Så till avslutning något om begreppet Smart Grids som alla pratar om . Jag har ryckt ur några bilder om detta från ett föredrag jag hållit på Chalmers.

Som ett belysande exempel tänkte jag ta den välkända kollapsen i centraleuropa för några år sedan.



Den berodde på att Meyervarvet i floden Ems skulle provköra ett jättestort norskt kryssningsfartyg. Då måste man korsa en 400 kV dubbelledning.

Man frågar den nätansvarige - E-on om det är OK i god tid. De räknar och ger klartecken.

Men man kontrollerar inte om det är samma förutsättningar när det är dags för avgång utan slår ifrån dubbelledningen.

Det tar inte många minuter förrän det börjar hända saker. Som framgår av bilden så är effektflödena på de centraleuropeiska stamnäten helt annorlunda än vad man trodde några veckor innan.

Man har inte förstått att det finns en ny spelare på banan – vindkraft. Historiskt har det varit kundernas uttag som varierat slumpmässigt och som med åren bliven en säker statistik kopplat till årstid och väder. Sedan har produktionen – vilken man har full kontroll över - anpassats enligt ett givet mönster som man kunnat lita på.

Eftersom förutsättningarna inte längre stämmer så uppstår överlaster och ledningar löser. Man försöker rätta till det men i efterhand kan man konstatera att det mesta man gör är fel pga fel information.

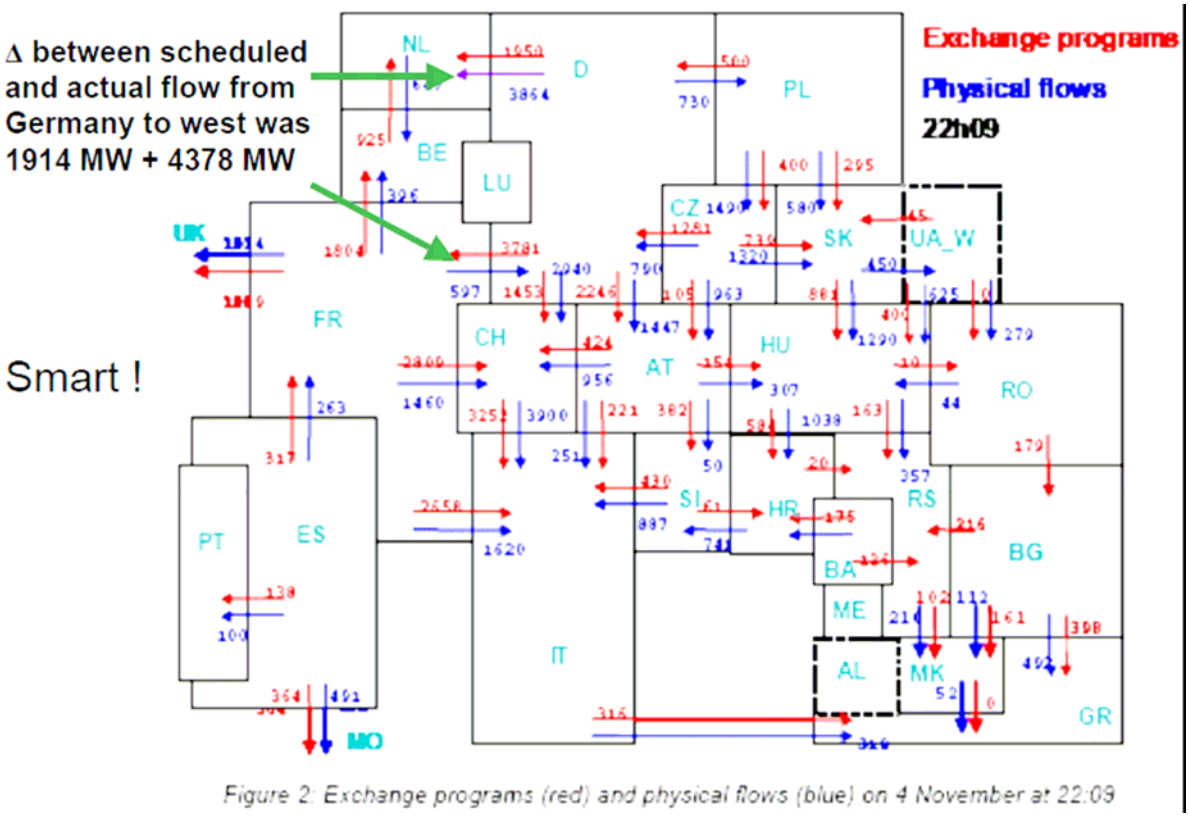


Figure 2: Exchange programs (red) and physical flows (blue) on 4 November at 22:09

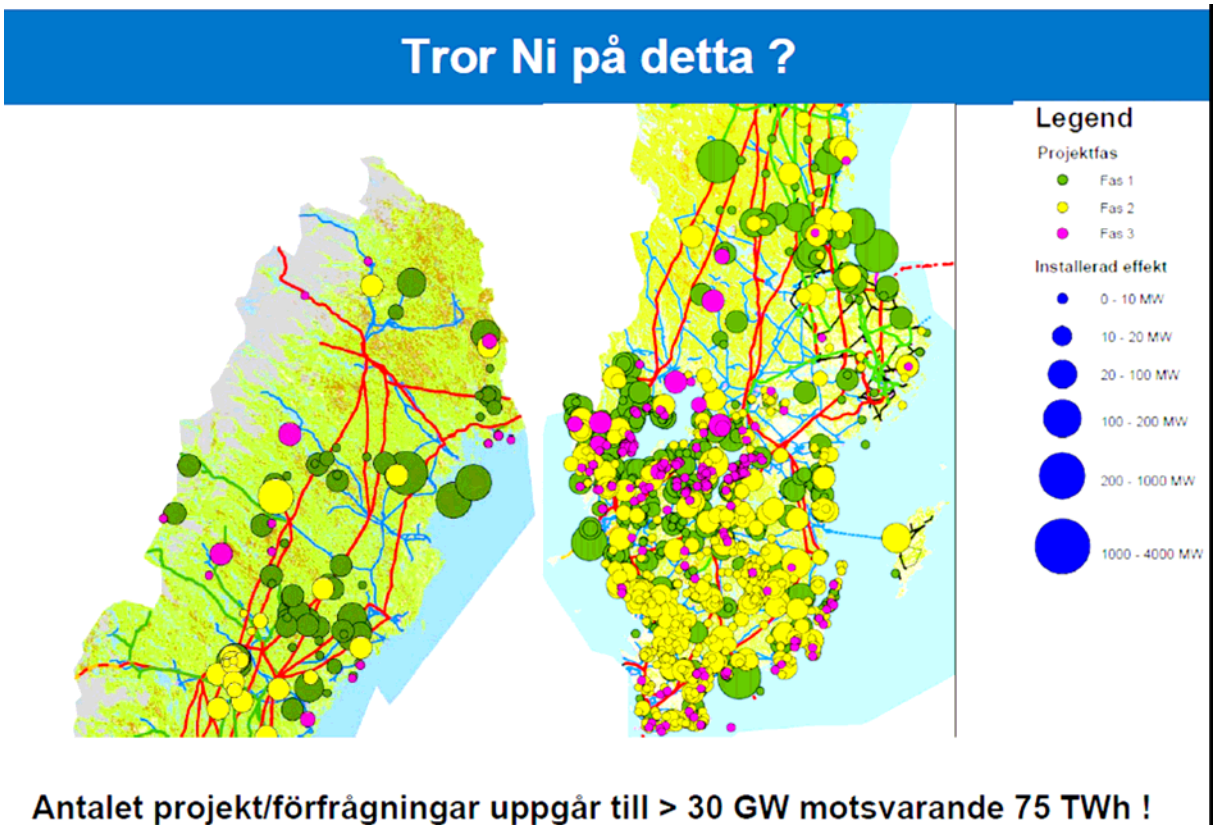
Slutsatserna är att det befintliga systemet måste hanteras på ett smartare sätt. Det behövs betydligt bättre information och överblick när det finns produktionskällor och flöden som man inte kan förutsäga.

Så man börjar tala om Smart grids.

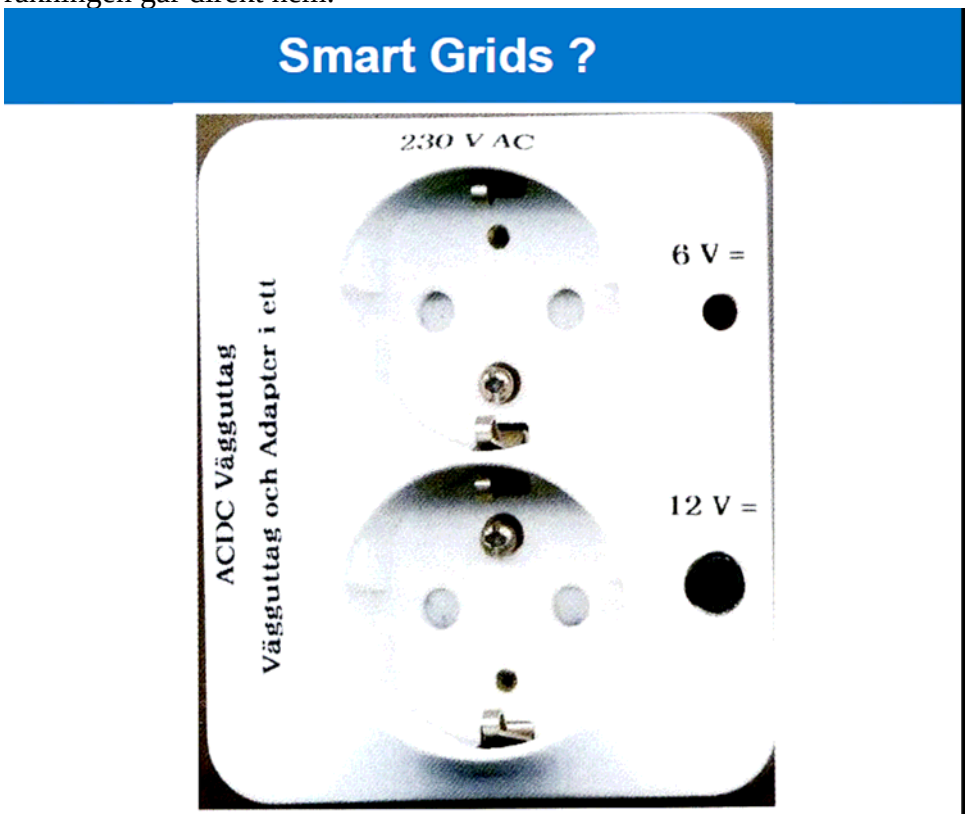
Om vi tittar på hur vi har det här i landet så ser det ut som om vi kommer att hamna i samma sits. Bilden visar de vind projekt som vill ansluta sig till nätet . Totalt i landet finns projekt förfrågningar på samma nivå som den produktionsapparat vi redan har – dvs över 25.000 MW

Alla dessa kommer inte bli av – kanske högst en tredjedel – troligen mindre. Problemet är att vi inte vet vilka som blir realiserade och nätplaneringen kommer på efterkälken. Men oavsett så behövs det enormt mycket investeringar i näten för att klara detta. Och det ställer helt andra krav på vår drift av näten.

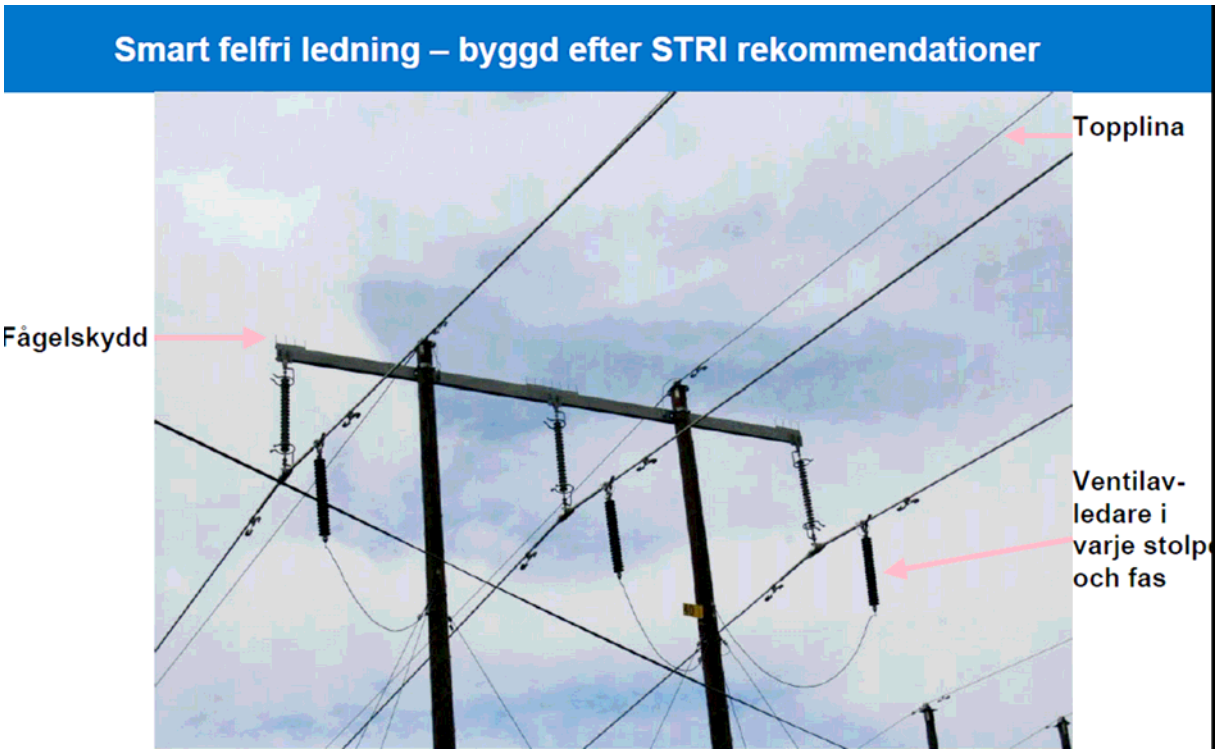
Allt för att vi skall få samma höga tillgänglighet i vår el-leverans.



Vem vet – snart har vi kanske kombinerade eluttag. Och som är så smarta att när vi pluggar in vår dator på hotellet eller elbil vid Macdonalds så känner systemet efter vem du är och räkningen går direkt hem.



Och eftersom jag visat en massa bilder på ledningar så kan det vara lämpligt att avsluta med ett exempel på vad man idag kan göra för att våra kunder skall få perfekt säker leverans.



En ledning som är så gått som avbrottsfri – klarar åska – men knappast isbarkstormar.