

A close-up photograph of a green, spiky plant, possibly a cactus or succulent, with many small, pointed leaves. The plant is set against a solid blue background. The lighting is bright, highlighting the texture of the plant's surface.

TEST- OCH MÄTSYSTEM  
FÖR KÄRNKRAFTVERK.

 **CACTUS**

# OVÄRDERLIG HJÄLP ATT ANALYSERA OCH FÖREBYGGA DRIFTSTÖRNINGAR.

*Redan i början av 1990-talet utvecklade vi på Cactus, tillsammans med Forsmarks kärnkraftverk, ett specialanpassat mätsystem för felsökning, driftkontroll och driftoptimering av kärnkraftprocessen.*

Vi är nu inne på 3:e generationen av detta systemkoncept som även har installerats på Oskarshamns kärnkraftverk.

## **Effektivt verktyg för att förebygga driftstörningar.**

Cactus mätsystem är fast installerat och samlar in mätvärden från hundratals mätpunkter från hela kärnkraftprocessen. Med hjälp av dessa data kan personalen till exempel analysera händelser som har inträffat före och efter en störning. Det ger en ovärderlig hjälp att förebygga orsakerna till driftstörningar.

## **Investeringar med snabb återbetalning.**

Den kontroll av anläggningen som Cactus mätsystem ger resulterar både i tids- och kostnadsbesparingar.

En av de största fördelarna är möjligheterna att utföra sensordynamiska mätningar. Efter en revision finns det krav på kontroll av givare som har säkerhetsfunktioner och att dessa är opåverkade av servicearbetet. Med Cactus mätsystem är det enkelt att utföra denna kontroll enligt en metod som har utvecklats på Forsmark.

Mätsystemet innehåller också en störskrivarfunktion som gör det möjligt att effektivt analysera vad som

hänt kring ett kontrollerat snabbstopp av reaktorn. Det innebär att personalen snabbare kan avgöra vad som behöver åtgärdas innan reaktorn får startas igen.

Genom att mätsystemet även kontinuerligt övervakar och mäter konditionen för till exempel skalventilerna så kan underhållet behovsbaseras. Det kan ge stora kostnadsbesparingar genom att undvika oplanerade stopp.

## **Vad kunderna uppskattar mest av allt.**

Bland våra kunder har "Cactuskvalitet" blivit något av ett begrepp. Det omfattar projektgenomförande på utsatt tid och efter överenskommen budget.

Men det våra kunder uppskattar mest av allt är vårt sätt att arbeta. Jämfört med de stora systemleverantörerna är Cactus ett litet företag. Det ger dig å andra sidan sett fördelar som kund, flexibilitet, korta kontaktvägar och verklig kundanpassning till rimliga kostnader.

## **Cactus och den svenska kärnkraftsindustrin.**

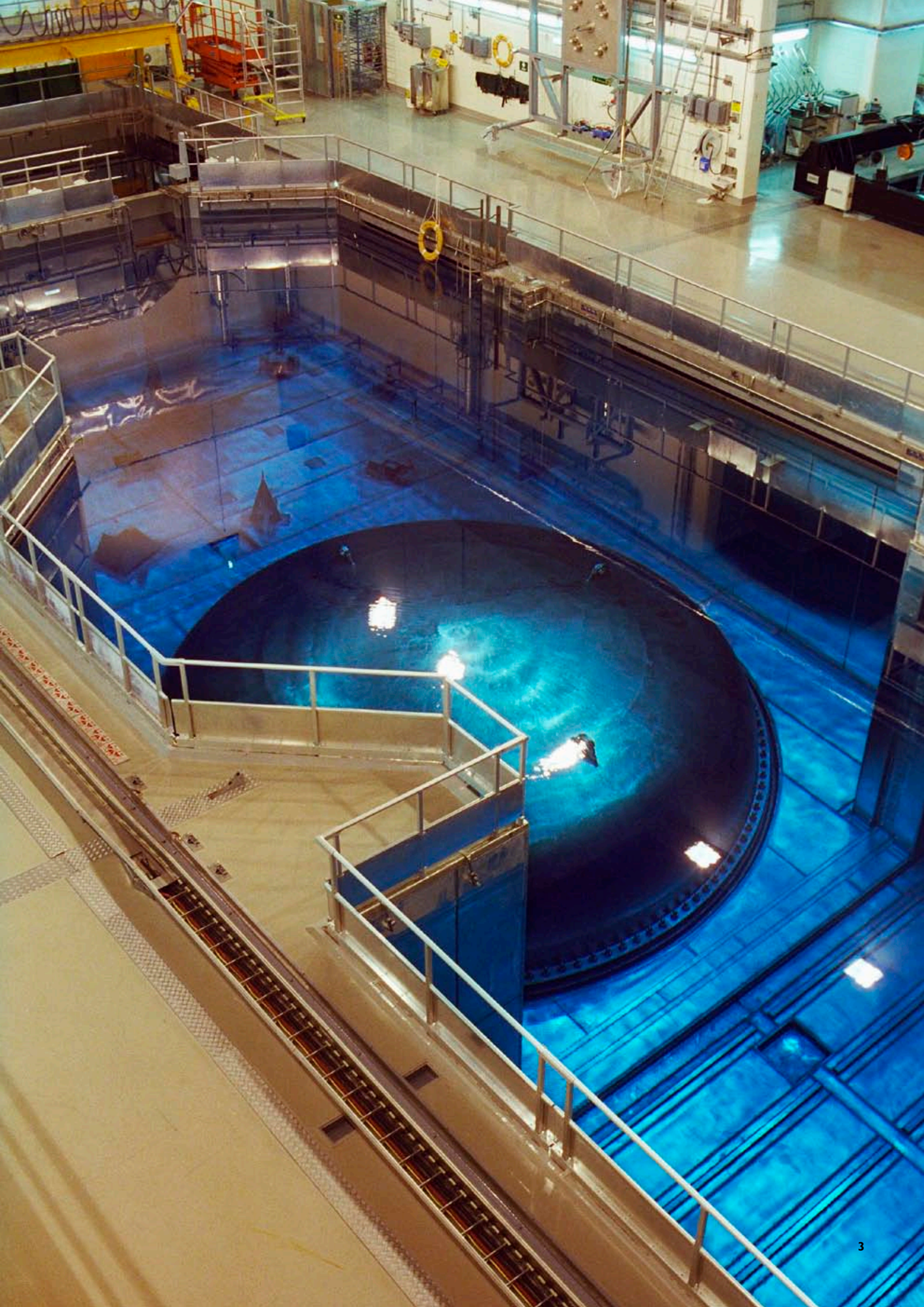
På Cactus har vi under lång tid installerat olika system i flera generationer för Oskarshamn och Forsmark. Våra långa kundrelationer är ett bra kvitto på att kunderna uppskattar vår service och vårt samarbete.

Alla leveranser har genomförts efter budget och med snäva tidplaner. Alla uppdrag har upphandlats till fast pris. Pris, prestanda och användarvänlighet tillsammans med förtroende för lösningarna och Cactus som leverantör har fallt avgörandet.

Vår personal har behörighet för arbete inom kärnkraft och vi är kvalificerade som leverantörer till kärnkraftsindustrin enligt "Selicha Nordic Utility Pre-Qualification System".

Vi är stolta att leverera system till anläggningar som strävar efter en långsiktigt hållbar utveckling. Kaktusen som gav namnet åt vårt företag, lever och frodas i en tuff miljö med små resurser. Kaktusar lever också i en omgivning som ställer hårda krav på anpassning och hållbarhet.





# I OSKARSHAMN OCH FORSMARK PRODUCERAR MAN EN TREDJEDEL AV ALL EL I SVERIGE.



## **Kärnkraftverket Forsmark.**

Forsmark är Sveriges senast byggda kärnkraftanläggning – samtliga reaktorer togs i drift på 1980-talet. Forsmark 1 togs i kommersiell drift 1980, Forsmark 2 1981 och Forsmark 3 1985.

Kärnkraftverket ligger i den norra delen av det natursköna Roslagen. De tre reaktorerna producerar varje år tillräckligt med el för att försörja hela Stor-Stockholm tre gånger om (22 TWh). Huvudägare är Vattenfall.



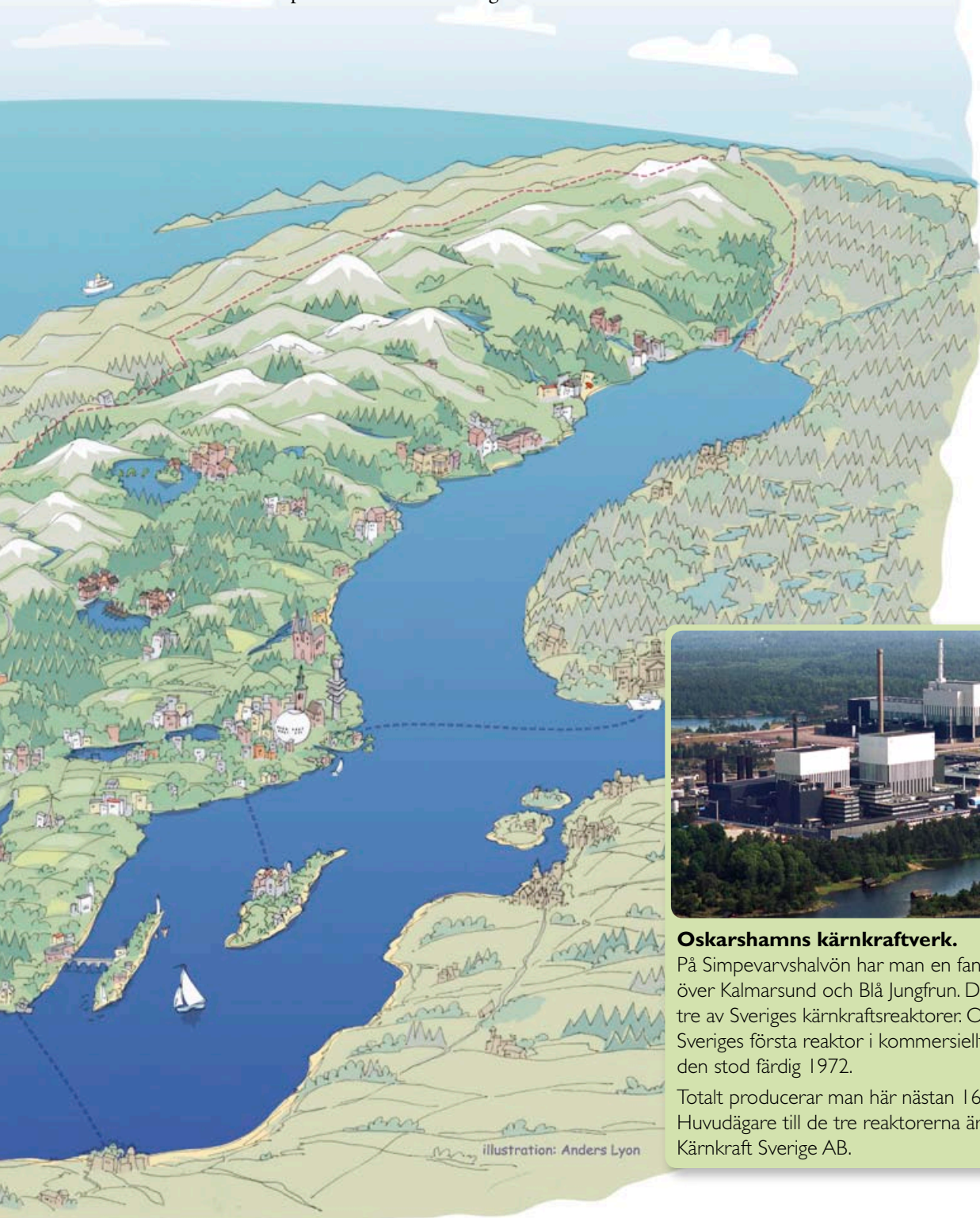
*Svensk kärnkraft har blivit känd för låga produktionskostnader, hög säkerhet, hög tillgänglighet och höga effekter.*

I anläggningarna görs kontinuerligt investeringar för att öka produktionskapaciteten med bibehållen eller ökad säkerhet.

Oskarshamn och Forsmark – där Cactus har installerat flera system – är bra exempel på den starka utvecklingen av svensk kärnkraftsproduktion: Sammanlagt räknar

Forsmark med att kunna öka effekten med 410 MW i sina tre reaktorer. Det innebär ytterligare cirka 3,3 TWh el per år i ökad elproduktion.

När Oskarshamn 3 (O3) startade 1985 var effekten 1 050 MW. 1989 genomfördes en effekthöjning på O3 som höjde maxeffekten till 1 200 MW. Nu pågår ett projekt som avser att höja effekten på O3 till 1 450 MW. Den totala ökningen motsvarar i stort sett produktionen från en mindre reaktor.



#### **Oskarshamns kärnkraftverk.**

På Simpevarvshalvön har man en fantastisk utsikt över Kalmarsund och Blå Jungfrun. Där finns tre av Sveriges kärnkraftsreaktorer. O1:an var Sveriges första reaktor i kommersiellt bruk när den stod färdig 1972.

Totalt producerar man här nästan 16 TWh. Huvudägare till de tre reaktorerna är E.ON Kärnkraft Sverige AB.

## ”SYSTEMEN FRÅN CACTUS SPELAR EN VIKTIG ROLL FÖR DRIFTEN.”

*På kärnkraftverk är störningar, larm eller driftstopp förenade med mycket arbete och höga kostnader. Det innebär att den typ av överblick och konditionsbaserat underhåll som Cactus mätsystem ger snabbt kan räknas hem i betydande tids- och kostnadsbesparingar.*



På Oskarshamn och Forsmarks kärnkraftverk spelar därför systemen från Cactus en viktig roll för driften. I ett och samma system kan verken dels analysera händelser i samband med störningar, dels ha bättre kontroll av sina ventiler i reaktorprocessen.

Och eftersom Cactus mätsystem är klassade som underhållssystem och inte påverkar driften, är systemen relativt okomplicerade att driftsätta, använda och bygga ut.

#### Forsmark 3 först ut.

Redan sommaren 1993 fick Forsmark 3 sitt mätsystem från Cactus driftsatt.



1997 installerade Oskarshamn 3 (O3) sitt första Cactus-system från Cactus. 2007 driftsätte Oskarshamn 2 (O2) ett nytt mätsystem från Cactus. Samma år uppdaterade även OKG sitt gamla mätsystem på O3 med en ny typ av mät-noder.

#### Ett bra exempel.

På O3 samlar Cactus mätsystem in mätvärden från cirka 1 000 mätpunkter i processen, bland annat är konditionen hos alla ventiler av vital betydelse.

Mätresultaten gör att personalen på OKG snabbt kan avläsa om någon ventil håller på att förslitas. Tidigt upptäckt av ändrade driftsegenskaper innebär en längre livslängd genom ett förbättrat, konditionsbaserat underhåll.

*"Systemen från Cactus spelar en viktig roll för driften. Dessutom är det stimulerande att samarbeta med Cactus."*

JEAN OLSSON, SYSTEMANSVARIG PÅ OKG.

Mätningarna kan startas manuellt eller automatiskt, styrts av utvalda processhändelser. Allt lagras och ger detaljerad information. Ventilövervakningen sker med mätfrekvensen 200 Hz. Övriga mätningar utförs normalt vid lägre frekvens som 50 Hz.

#### Utbildning och användarvänlighet.

Den här typen av omfattande system berör många på underhålls- och driftsidan. Utbildning och användarvänlighet är därför viktiga komponenter. Det gäller att få med sig personalen och få dem att använda utrustningen på bästa sätt.

#### Stor tillgänglighet.

För att få största nytta av systemen bör arbetsplatser decentraliseras så att underhållspersonalen snabbt ska kunna mäta och analysera. Arbetsplatser finns därför i kontrollrum, elverkstad samt instrument-, mek- och driftavdelning.

# ETT FRISTÅENDE SYSTEM MED FUNKTIONER OCH PRECISION I TEKNIKENS FRAMKANT.

*Cactus test- och mätsystem innehåller avancerade funktioner för datainsamling, mätning samt utvärdering och presentation. Data från processen samlas in via mätnoder i frekvenser ända upp till 200 Hz. Det ger en ovanligt hög detaljeringsgrad – något som är extra värdefullt för utvärdering av snabba förlopp.*

Cactus mätsystem är också helt fristående från processen. Och att det är fast installerat ger flera fördelar.

## **Klassas som underhållssystem.**

Cactus mätsystem samlar enbart in mätdata från processen. Alla gränssnitt mot givare är galvaniskt isolerade. Kommunikationen mellan mätnoder och mätservrar sker över fibernätverk för att eliminera elektriska störningar.

Med andra ord påverkar Cactus mätsystem varken processen eller andra system och klassas därför som underhållssystem.

## **Fördelar med fast installerade mätsystem.**

Cactus mätsystem är fast installerat. Fördelarna jämfört med mobila mätsystem är flera. Personalen slipper rigga mätutrustning, mäta och därefter plocka ned igen med risk att påverka känsliga delar av processen. Med en fast monterad kalibrerad utrustning mäter man kontinuerligt alla delar av processen, fångar alla händelser och missar därför inte spontana störningar. Det är enklare, säkrare och medför på sikt lägre kostnader.

Att Cactus mätsystem är fast innebär långt ifrån att det är statiskt och oflexibelt. Tvärtom. Att definiera och starta nya mätningar med Cactus mätsystem är enkelt när systemet väl är på plats (läs gärna mer på sidan 10).

## **Kombinera fritt egna mätningar.**

Mätsystemet kan samtidigt hantera hundratals mätuppdrag av olika typer: sensordynamisk mätning för att säkerställa funktionen av vitala givare efter service, ventilmätningar för konditionskontroll av ventiler, störskrivarmätningar för uppföljning av snabbstopp av reaktorn. Dessutom kan både drift- och underhållspersonal själva definiera helt egna mätuppdrag för olika test- och mätsituationer.

## **Mätnoder från RTP.**

För att uppfylla och säkerställa kärnkraftens krav på mätkvalitet, driftsäkerhet och långsiktig service är mätnoderna baserade på hårdvara från RTP (Real Time Products). RTP är kända på den globala kärnkraftsmarknaden och har levererat utrustning till ett hundratal kärnkraftverk över hela världen. RTP lämnar garanterad support i minst 15 år.

RTP-noderna består av robusta 19-tums enheter med plats för CPU, I/O-kort och kraftaggregat. Varje enhet kan bestyckas med 16 I/O-kort. I/O-korten har mycket bra värden vad gäller isolation, filtrering och mätnoggrannhet. I RTPs produktfamilj ingår även produkter för att bygga redundanta noder med både dubblad och tredubblad säkerhet. Svensk generalagent för RTP är Intertechna.

Varje enskilt I/O kort övervakas av Cactus-systemet. Om ett fel skulle uppstå på kortet får operatören ett larm som i klartext beskriver vilket kort som ska bytas. Kortet kan bytas i full drift utan att mätnoden behöver stängas av.



### Synkron mätning i 200 Hz.

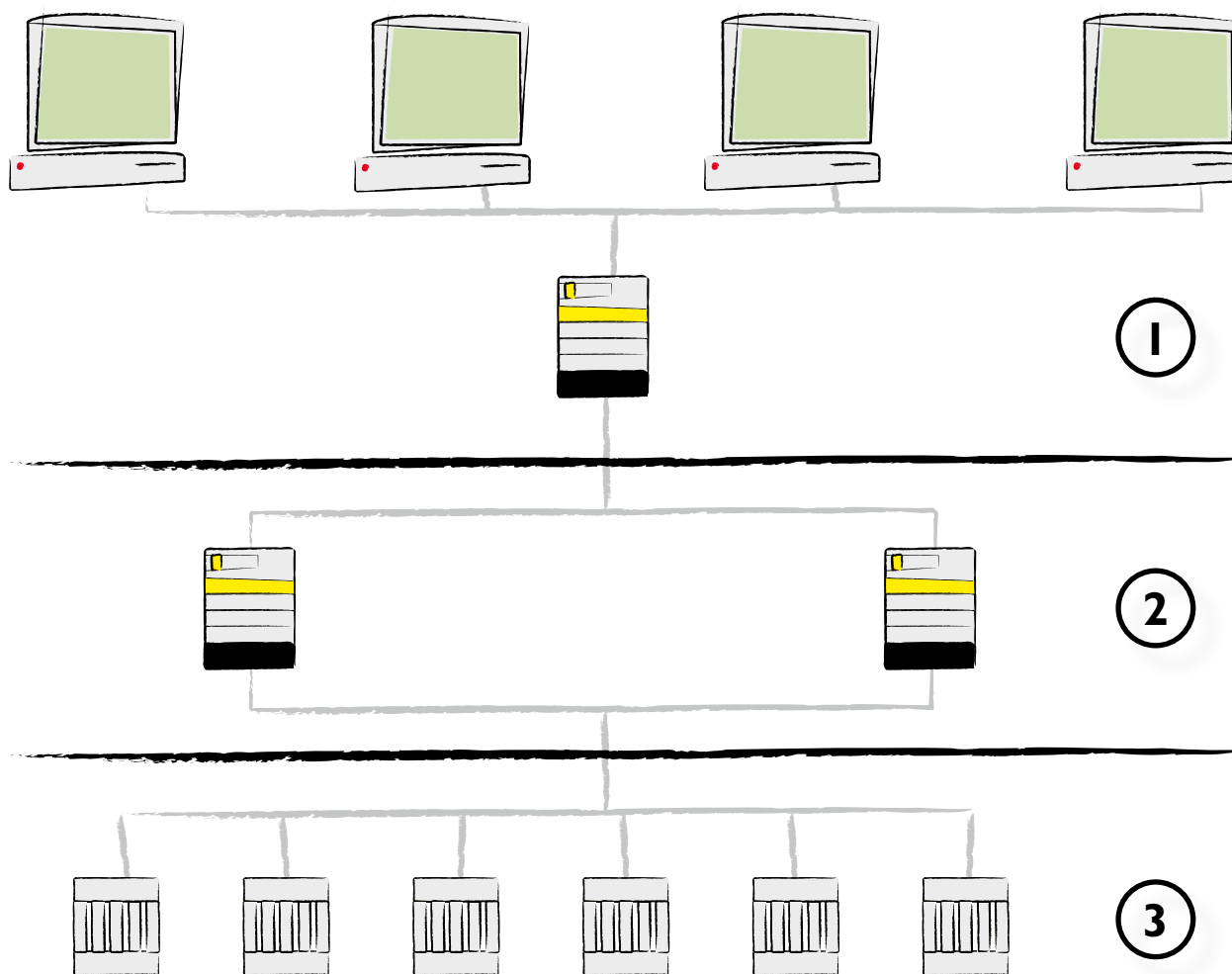
För att fånga snabba förlopp t ex öppningssekvens av en ventil kan mätningar göras i frekvenser upp till 200 Hz.

I en och samma mätning kan data samlas med insignaler från olika mätnoder. Det går alltså alldeles utmärkt att välja signaler från helt olika processavsnitt. För att dessa värden skall bli jämförbara så sker all datainsamling helt tidssynkront.

Mätningarna lagras löpande och ger detaljerad information om vad som hände precis före och efter en störning som underlag för en snabb analys och därmed ett snabbt felavhjälpande.

### Utvärdering och presentation i MATLAB.

Utvärdering och presentation sker i ett specialutvecklat verktyg baserat på programprodukten MATLAB. Det är ett kraftfullt verktyg som genomför och presenterar avancerade beräkningar i form av användarvänliga grafer. Det underlättar förståelsen och sparar tid vid analys.



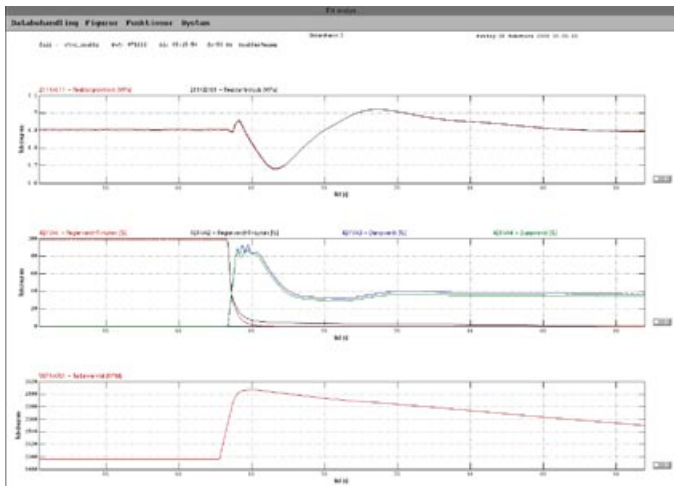
Cactus mätsystem är uppbyggt i tre nivåer för högsta driftsäkerhet och bästa prestanda. Överst finns arbetsplatser kopplade till en server som innehåller Cactus programvara för konfiguration, analys, presentation och arkivering av mätningar. I nästa nivå finns mätservrar som kontinuerligt samlar in data från mätnoderna, registrerar störningar och startar och stoppar mätningar. Längst ned, närmast processen, finns mätnoder vars uppgift är att samla in mätdata via digitala och analoga ingångar och skicka data-

strömmarna vidare mot mätservrarna via ett fiber-nätverk. Varje mätnod kan hantera hundratals insignaler.

Systemuppbyggnaden är mycket flexibel och kan lätt anpassas till kundens behov. Systemet kan designas att klara av allt från något hundratal till flera tusen ingångar. I takt med att behovet av fler ingångar ökar kan systemet även enkelt kompletteras med fler ingångskort eller mätnoder.



### 3. Utvärdera resultatet.



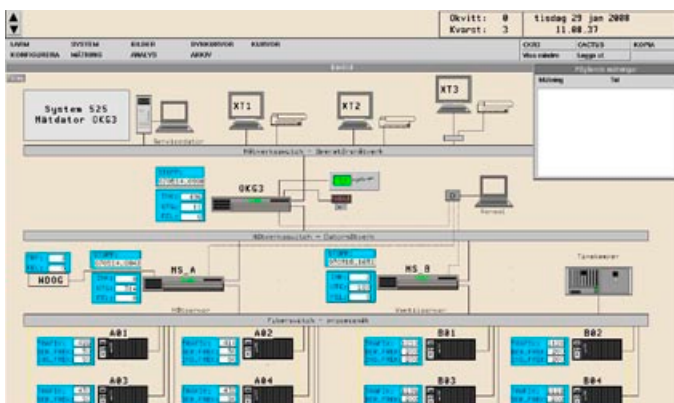
Så snart mätningen är avslutad kan resultatet utvärderas i ett analysverktyg baserad på MATLAB.

Utvärderingen sker rent grafiskt i ett eller flera diagram. I diagrammen går det att zooma, ändra skalor och använda linjer för att enklare kunna läsa av värdena.

På mätresultaten kan man utföra ett stort antal olika operationer: frekvens- och korspektrum, autokorrelation eller beräkningar baserade på helt egna formler.

Mätresultatet kan enkelt exporteras till andra system för analys eller arkivering antingen i Excel- eller MATLAB-format.

### Intuitivt användargränssnitt.

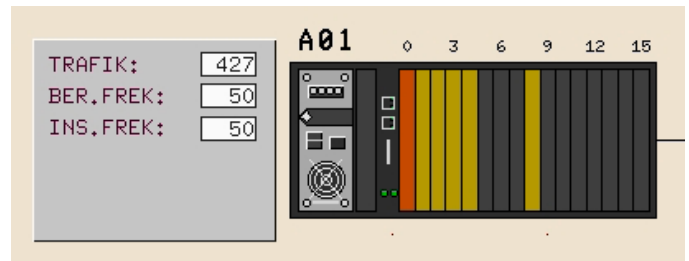


Användargränssnittet är fönsterbaserat och har djupa att klara de mest krävande uppgifter.

I Cactus mätsystem finns många funktioner som annars bara finns i SCADA-system, till exempel dynamiska processbilder, larmhantering och fjärrstyrning. Dessa funktioner används för att underlätta underhållet av själva mätsystemet, men kan även användas för

att visualisera och övervaka delar av processen. Fjärrstyrningen gör det möjligt att köra hela det grafiska användargränssnittet på distans och används av Cactus personal för underhåll och service via en säker fjärranslutning.

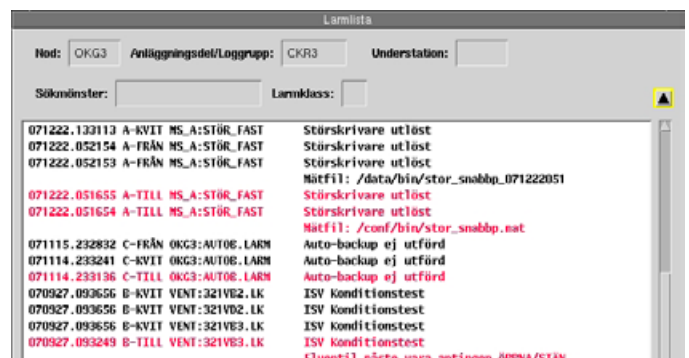
### Dynamiska processbilder.



I mätsystemet finns flera dynamiska processbilder för att visa systemets drifttillstånd. Om ett ingångskort skulle gå sönder så visas detta direkt i bild där det klart framgår vilket kort som behöver bytas ut.

I mätsystemet ingår en bildbyggare för att skapa egna processbilder som kan visa driftstatus för olika delar av processen.

### Larmhantering.



Cactus mätsystem innehåller en avancerad larm- och händelsehantering, där alla registreringar sparas och tidsmärks i en databas. Med hjälp av olika verktyg kan man sedan söka i databasen efter specifika händelser eller följa ett händelseförlopp i kronologisk ordning.

Systemet övervakar kontinuerligt mätsystemets egna komponenter allt från datorer, hårddiskar och I/O-kort till kommunikationskanaler.

Som händelser registreras till exempel starttidpunkt för mätningar, användare som loggar in och ut och backuphändelser.

Efter varje ventilmätning kontrollerar systemet automatiskt ventilens kondition. Om konditionen inte uppfyller ställda krav larmar systemet för att direkt uppmärksamma personalen.

På Cactus har vi installerat test- och mätsystem ända sedan tidigt 90-tal på svenska kärnkraftverk. Systemen samlar in och analyserar insamlade värden från processen. Det gör att underhållspersonal kan förebygga störningar och optimera driften.

Den här broschyren beskriver vilka fördelar systemen ger och hur de används på Oskarshamns och Forsmarks kärnkraftverk.

Cactus mätsystemen har några gemensamma nämnare: De innehåller avancerade funktioner för datainsamling, mätning, utvärdering och presentation. De är användarvänliga, robusta och kostnads-effektiva. Och de ger betydande tids- och kostnadsbesparingar.

Cactus är specialiserade på verksamheter som strävar efter en långsiktigt hållbar utveckling: system för VA-verk, tågledning och energi. Vårt namn valde vi för att kaktusen är en uthållig växt som klarar sig med små resurser. Vi är ett helsvenskt företag med industriellt inriktade ägare.

Fråga gärna våra kunder vad de tycker om oss. ”Leveranser i tid”, ”Hög kunskap”, ”Enkla att samarbeta med” och ”Kostnadsmedvetna” är några av de omdömen som ständigt återkommer i våra utvärderingar. Många av kunderna har vi samarbetat med ända från starten 40 år tillbaka i tiden.

Du är varmt välkommen att kontakta oss på Cactus. Vi vågar lova att det är väl investerad tid.



Cactus Automation AB, Flöjelbergsgatan 1 C, SE-431 35 Mölndal, Sverige.  
Telefon +46 (0)31 86 97 00. Telefax +46 (0)31 86 97 24. [www.cactus.se](http://www.cactus.se)