

## MOBILA FÖRDELNINGSTATIONER - Bamse och Skalman

2013 01 10

Svenska Kraftnät är ett statligt affärsverk med uppgift att förvalta Sveriges stamnät för elkraft, som omfattar cirka 15 000 kilometer ledningar för 400 kV och 220 kV med stationer och utlandsförbindelser. Vi har också systemansvaret för el. Svenska Kraftnät utvecklar stamnätet och elmarknaden för att möta samhällets behov av en säker, miljövänlig och ekonomisk elförsörjning. Därmed har vi också en viktig roll i klimatpolitiken. Svenska Kraftnät har cirka 400 medarbetare, de flesta vid huvudkontoret i Sundbyberg. Vi har även kontor i Sundsvall, Halmstad och Sollefteå. Ytterligare flera hundra personer sysselsätts på entreprenad för drift och underhåll av stamnätet runt om i landet. År 2011 var omsättningen 9,3 miljarder kronor. Mer information finns på vår webbplats [www.svk.se](http://www.svk.se).

SVENSKA KRAFTNÄT

BOX 1200  
172 24 SUNDBYBERG  
STUREGATAN 1

[WWW.SVK.SE](http://WWW.SVK.SE)

TEL 08 475 80 00  
FAX 08 475 89 50

 SVENSKA  
KRAFTNÄT

De höjda förväntningarna på allt färre elavbrott ställer stora krav på tillgänglighet. Möjligheten att hålla erforderliga reserver för störningar som inträffar sällan är begränsad. Samtidigt kan ett haveri i en fördelningsstation snabbt leda till allvarliga konsekvenser för samhället och för den enskilde kunden. Därför har Svenska Kraftnät finansierat utvecklingen och anskaffandet av två mobila fördelningsstationer för beredskapsändamål, kallade Bamse och Skalman.

Enkelhet med snabbkopplingar mellan alla enheter är ledordet, vare sig transport eller montering kräver extra utbildning eller andra resurser än ordinarie personal med erfarenhet för de aktuella spänningsnivåerna och konventionell teknik inom ställverk och kablar.

### ANSKAFFNING OCH ÄGARFÖRHÅLLANDEN

Utveckling och anskaffning av anläggningarna har skett av Svenska Kraftnät gemensamt med ägarna Vattenfall Eldistribution AB respektive E.ON Elnät Sverige AB och finansierats till 100% med beredskapsmedel. För att fungera under mellantid (störningsfria perioder) har Svenska Kraftnät valt en lösning där Vattenfall och E.ON äger var sin fördelningsstation. Detta innebär att all utrustning står under övervakning och är spänningssatt. Fortlöpande tillsyn sker.

Övriga bolag för eldistribution i Sverige kan vid behov avropa hela eller delar av en anläggning. Avropande organisation svarar för alla kostnader inklusive eventuella skador som uppstår. Stationen som ägs av Vattenfall Eldistribution AB står i en fördelningsstation utanför Örnsköldsvik och E.ON Elnät Sverige AB har sin placerad i en fördelningsstation utanför Landskrona.

### STRATEGISK UTRUSTNING - BRISTVARA

Störningar som inträffar sällan innebär begränsade möjligheter att hålla erforderliga reserver för om och när störningar uppstår. Ett stationshaveri med omfattande materiella skador leder snabbt till svåra konsekvenser för samhället och för den enskilde kunden. Beslut har fattats att placera ut hela paketlösningar vilka kan hanteras som kompletta enheter eller delas upp och tas i anspråk med bara vissa delar. Så växer alternativen Bamse, Skalman och liknande lösningar fram för att placeras ut i landet till förmån för region- och lokalnätägare.



Uppställningsfotot från 2007 är taget i Åsbro och visar Bamse i sin grunduppställning.

#### **FAMILJEN RESERVKRAFT VÄXER**

Det började med Bamse och lösningen gav mersmak. Ett gott alternativ med placering i Örnsköldsvik. Nära till hands för många norrut men med längre transporter som följd när hjälpen behövs längre söderut i Sverige.

Två kompletta enheter med hög flexibilitet och stor samlad kapacitet finns nu när Skalman är på plats i södra Sverige.

Enkelheten med snabbkopplingar mellan alla enheter är ledordet. Det innebär kortare uppkopplingstider trots en omfattande struktur med kvalificerade lösningar. Det ges en god övervakning av hela systemet eller de delar som för varje tillfälle behöver sättas in när störningen är ett faktum och något av alternativen har flyttats till aktuell skadeplats. Tydliga märkningar och oförväxlarhet borgar för riktiga kopplingar och fullgod säkerhet och funktion.

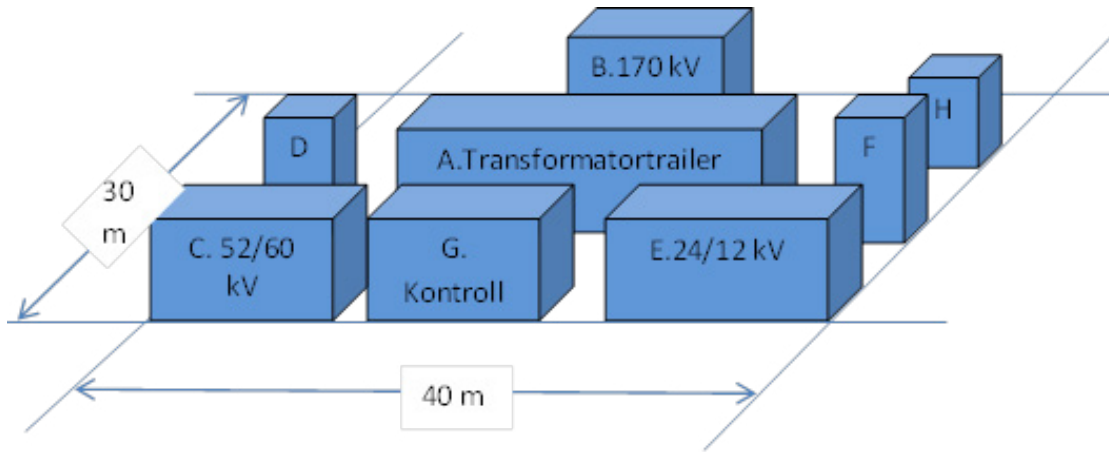
#### **FLEXIBILITET OCH TEKNIK**

Fasta enheter som kan kopplas samman eller fungera var för sig. Enkelheten i montage speglar hela konceptet. Alla anslutningar är klara för inkoppling. Modulerna bultas samman och uppställningen av enheterna planeras för så enkel kabeldragning som möjligt.

#### **TRANSPORTER**

Dimensionerande för transport på landsväg är främst de enskilda enheternas vikt. För att säkerställa att transporter/förflyttning har skett i enlighet med de regler och anvisningar som är framtagna för samtliga koncept har det monterats chockindikatorer i samtliga enheter. Det innebär att före och efter förflyttning avläses indikatorerna och eventuella utslag får analyseras vidare. Detta är ett bra alternativ för att så långt som möjligt skydda all utrustning för transportskador.

Långa, breda och tunga transporter kräver god planering och en god nationell kunskap om flaskhalsar i infrastruktur, särskilt vägnätet.



Figur 1. Alla kraftkablar är ca 30 m långa. Kontrollkablar är något längre.

### FÖRBEREDA FÖR REKVIERING OCH TRANSPORT

De enskilda enheternas vikt är dimensionerande för transport och framtagna enligt de lagar och regler som finns i Sverige. Särskilda anvisningar och checklistor för hantering av utrustningen är framtagna för att skydda vid och under transport.

Långa, breda och tunga transporter kräver god planering och vid rekvisering kan lämpliga företag anvisas av ägarna.

Alla anslutningar är klara för inkoppling och uppställning av enheterna är planerad för så enkel kabeldragning som möjligt. Allt kablage har färdiga ändavslut och skall hanteras med stor försiktighet och varsamhet. Kraftkablagens trummor är försedda med motorer för enklare vinschning och

ändavslut säkras vid trummorna vid transport.

Till båda enheterna finns demonterbart stativ för 130 kV-avsluten avseende inmatning med plats även för ventilavledare.

### UTRYMMESBEHOV

Stationerna består vardera av sju till åtta enheter som är containerbyggda utom transformatornheten som står på egen trailer. Alla enheter kan användas som hel gruppering eller var för sig där behovet styr vad som avropas med hänsyn till varje enskilt tillfälle.

De ungefärliga måtten för uppställning framgår av den förenklade skissen ovan (se figur 1).

Tabell 1. Vikter

	Specifikationer
A.	Transformator 25 MVA inkl trailer (Bamse)
	Transformator 35 MVA inkl trailer (Skalman)
B.	Modul med 170 kV GIS-brytare
C.	Fördelningsställverk 52 kV (Bamse)
	Fördelningsställverk 60 kV (Skalman)
D.	Nölpunktsutrustning 52 kV (Bamse)
	Nölpunktsutrustning 60 kV (Skalman)
E.	Fördelningsställverk 24/12 kV
F.	Nölpunktsutrustning 24/12 kV
G.	Kontrollutrustning
H.	Reserveverk 40 kVA (Bamse)
	Reserveverk 34,5 kVA (Skalman)
	Oljetank separat för Skalman
	Servicecontainer
	Övrig utrustning (trappor, stativ, lyftok, kabeltrummor)

### **KRAV PÅ ETABLERINGSPLATSEN**

Kravet på plan uppställning av trailer och ställverkscontainer är viktigt. Beakta enheternas vikt och axeltryck, särskilt för trailern. Samtliga enheter är skyltade med längd, bredd, höjd och vikt. Enheten ska förvaras inhägnad eller med erforderlig bevakning och tillfällig inhägnad.

### **MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR**

Anläggningarna är framtagna för svåra påfrestningar inom elförsörjningen och kan inte rekvireras till exempelvis ombyggnadsarbeten eller publika evenemang. Kopplingsarterna innebär goda anslutningsmöjligheter till olika system inom landet. Säkerställning av transportvägar ska avklaras med hänsyn till axeltryck och totalvikter, särskilt för transformatortrailer. Vid omgivningstemperaturer under -30°C skall särskild uppmärksamhet ägnas vinschning från trumma.

### **EKONOMI**

För att ge en enkel sammanställning av kostnader utgår beräkningarna från följande grundkoncept:

- > Fem ställverksmontörer bedöms klara nedmonteringar och återmontering efter framkomst till insatsplats på fem arbetsdagar.
- > Transportkostnad står nyttjaren för.
- > Det utgår ingen ersättning till anläggningsägaren för den tid insats görs hos annat elnätstföretag.
- > Besiktning av all utrustning före transport enligt "Checklista före och efter insats" och uppkomna skador på utrustningen åvilar nyttjaren att reglera, dvs. den eller de som avropat delar av eller hela koncepten.
- > Det utgår ingen hyreskostnad för utrustningen.

### **FÖRSÄKRING**

Bamse och Skalman är försäkrade för normaldriftläge genom respektive huvudmans försorg. Före utleverans besiktigas anläggningen och motsvarande besiktning sker efter återlämnande. Är uppkommen skada ersättningsbar sker reglering enligt försäkringsvillkoren och självriskan hanteras genom den nyttjades försorg.

Krav föreligger att den som nyttjar utrustningen genom sitt företags försorg har en företagsförsäkring som täcker lånad/leasad utrustning. Mellan hyrestagaren och ägaren till enheterna utväxlas ett låneavtal som bland annat reglerar försäkringsvillkoret.

### **MYNDIGHETSBESLUT**

Mellan Vattenfall och E.ON, som registrerade ägare (myndighetsbeslut enligt elberedskapslagen) är reglerat om ett fortlöpande underhållsansvar för all utrustning tillhörande BAMSE respektive SKALMAN.

### **AVTAL MELLAN ÄGARE OCH NYTTJARE**

Mellan ägaren och nyttjaren utväxlas insatsavtal rörande såväl ekonomiska villkor som regler och anvisningar i övrigt som måste uppfyllas för att säkerställa fullgod funktion för konceptets ingående resurser. Även ett låneavtal som bland annat reglerar försäkringsvillkoret utväxlas mellan nyttjaren och ägaren till enheterna.

### **STATIONERING**

Utgångsläget för de båda enheterna är:

- > Bamse - Örnsköldsvik
- > Skalman - Landskrona

Anläggningarna skall, av ägarna hållas driftklara under 25 år räknat från övertagandedagen. Med driftklar avses:

- > Spänningssatt.
- > Transformatorerna skall vara i drift (tomgång).
- > Containerar skall hållas uppvärmda.
- > All utrustning skall övervakas (signaler).
- > Trailern skall årligen besiktigas.

### **AVROP**

Kontaktvägar är normalt Vattenfalls respektive E.Ons regionnät driftcentraler. Detaljer och rutiner i övrigt återfinns i SUSIE under rubriken "Bamse och Skalman". SUSIE (Samverkan Under Störning Inom Elförsörjningen) det webbaserade verktyget.

### **REFERENSER**

Efter transformatorhaveri (2010) utanför Göteborg tog Vattenfall Eldistribution AB, efter samråd med Svenska Kraftnät, beslut om transport av Bamse till regionstation utanför Göteborg. Reparation av havererad transformator kunde ske utan forcering då reservanläggningen efter några intensiva installationsdygn säkerställde funktion och tillgänglighet, helt i enlighet med grundidén för de mobila enheterna. Den reparerade transformatorn kunde återtas i drift och efter godkänd kontroll monterades Bamse ner och återtransporterades till utgångsplatsen.



Transformator BAMSE.

#### **LEDTIDER FRÅN AVROP TILL SKARP DRIFT**

Enkelhet och smarta lösningar präglar koncepten. Styrande har varit att fem erfarna ställverksmonterare (med kunskaps/arbetsområde 10 – 130 kV) under fem arbetsdagar ska klara av nedmontering och sammanfogning efter transport samt slutkontroll och idrifttagning. Allt efter tydliga manualer och checklistor.

#### **HJÄRTAT I VERKSAMHETEN**

Transformator BAMSE är imponerande i sin utformning, kompakta konstruktion och mångsidighet i kombination med en förhållandevis enkel lösning för förflyttning. Med tre lindningar kan den operera flera olika nätalternativ.

SKALMAN är likartat uppbyggd men innehåller endast två lindningar.

#### **ATT TÄNKA PÅ VID MONTERING**

Allt kablage har färdiga ändavslut och skall hanteras med stor försiktighet och varsamhet. Vid omgivningstemperaturer under  $-30^{\circ}\text{C}$  skall särskild uppmärksamhet ägnas av- och uppspolning från trumma. Gränsvärde för kabelhantering är för BAMSE-konceptet  $-50^{\circ}\text{C}$  och för SKALMAN  $-40^{\circ}\text{C}$ .

#### **KABELSTATIV FÖR 130 KV ANSLUTNING**

Till båda koncepten finns demonterbart stativ för 130 kV-avsluten avseende inmatning. Här finns även plats för ventilavledare.

#### **12 KV STÄLLVERKSCONTAINER I ÅSBRO**

Ytterligare ställverkscontainer finns vid Svenska Kraftnäts anläggning i Åsbro utanför Hallsberg. Den är bestyckad med 10 st. utgående fack, kontrollutrustning med överlast- och riktade jordskydd och batteri 110 V. Principuppbyggnad liknar Bamse och Skalmanlösningarna. Containern kan avropas hos Svenska Kraftnät genom vakthavande reparationsledare (VHR).



## SPECIFIKATIONER

Tabell 2. Specifikationer BAMSE

	Antal	Längd (M)	Bredd (M)	Höjd (M)	Vikt (KG)
<b>TRANSFORMATORTRAILER</b>	1	17,0	3,1	3,967	77 700
Enbart trailer					16 500
Transformator 25 MVA, 145+-9x1,67%/46/24(12)kV YN/yn/yn					57 400
Kabeltrumvikt					3 800
King-pin 3,5" (pinntryck)					32 500
Belastning (4 axlar)					45 200
Belastning per axel					11 300
<b>MODUL MED 170 kV GIS-BRYTARE</b>	1	6,5	3,1	3,5	9 510
Stativ tillkommer					
<b>FÖRDELNINGSTÄLLVERK 52 kV</b>	1	6,5	3,1	3,5	10 570
Stativ tillkommer 1,0 m					
Antal utgående fack	3				
<b>NOLLPUNKTSUTRUSTNING 52 kV</b>	1	2,74	2,54	3,19	8 225
<b>FÖRDELNINGSTÄLLVERK 24/12 kV</b>	1	6,5	3,1	3,5	10 570
Stativ tillkommer 1,0 m					
Antal utgående fack	5				
<b>NOLLPUNKTSREAKTOR 24/12 kV</b>	1	2,74	2,54	3,19	7 800
<b>KONTROLLUTRUSTNING</b>	1	5,25	2,5	3,0	6 370
Stativ tillkommer 1,0 m					



Tabell 13. Specifikationer SKALMAN

	Antal	Längd (M)	Bredd (M)	Höjd (M)	Vikt (KG)
<b>TRANSFORMATORTRAILER</b>	1	21,61	3,10	4,48	100 000
Varav för Dolly	1	1,74			
Enbart trailer		19,87			
Transformator 35 MVA, 145+-10x1,5%/72,5+-5x3%/57,5 (23)(11,5) kV Y0/D/D					
Kabeltrumvikt					
King-pin 3,5" (pinntryck)					
Belastning (4 axlar)					
Belastning per axel					
<b>MODUL MED 170 kV GIS-BRYTARE</b>	1	6,4	3,10	3,5	10 700
Stativ tillkommer					
<b>FÖRDELNINGSTÄLLVERK 60 kV</b>	1	4,45	3,05	3,5	9 900
Stativ tillkommer 1,0 m					
Antal utgående fack	3				
<b>NOLLPUNKTSUTRUSTNING 52 kV</b>	1	6,4	2,6	3,59	18 400



Från bilden för Skalman synes finnas plats för kabeltrummor längst bak på transformatortrailern. Utrymmet finns men kan inte nyttjas under transport då den tillåtna totalvikten för ekipaget kommer att överskridas.



Hjärtat i Skalman som utgörs av en tvålindningstransformator.

<b>FÖRDELNINGSTÄLLVERK 24/12 kV</b>	1	6,4	2x2,6	3,0	8 600
Dubbelmontage, container i längsled					
Stativ tillkommer 1,0 m					
Antal utgående fack	5				
<b>NOLLPUNKTSREAKTOR 24/12 kV</b>	1	6,4	2,6	3,0	12 300
<b>KONTROLLUTRUSTNING</b>	1	6,4	2,6	3,0	4 400
Stativ tillkommer 1,0 m					
<b>RESERVKRAFT</b>	1				
Ingår i kontrollenheten (gavelmontage)					
<b>OLJETANK</b>	1				
Separat enhet för transformatorolja		5,86	2,5	3,0	3 200
<b>SERVICECONTAINER</b>	1	6,06	2,44	2,59	2 400
<b>ÖVRIG UTRUSTNING</b>					
Trappor, stativ, lyftok, kabeltrummor					15 000

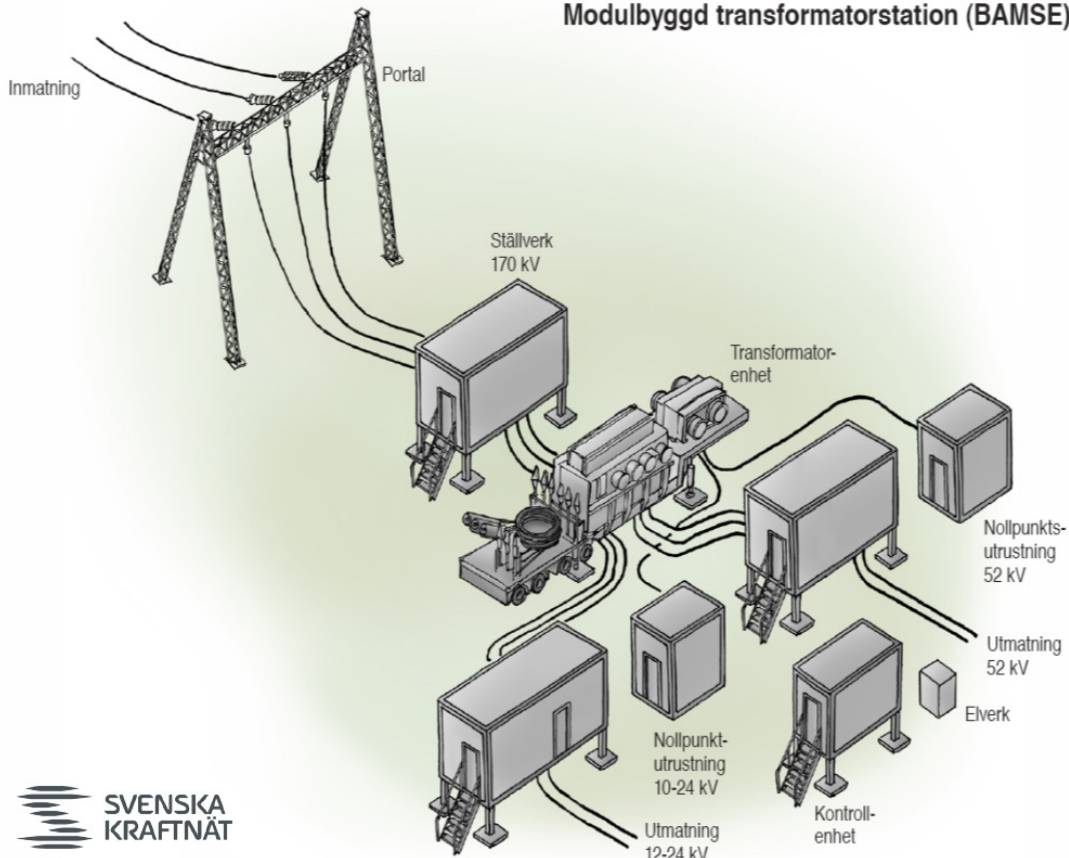




Tabell 14. 12 kV Ställverk (ÅSBRO)

	Antal	Längd (M)	Bredd (M)	Höjd (M)	Vikt (KG)
<b>MODUL MED 12 KV BRYTARE</b>	1	8,20	3,10	3,50	13 400
Stativ tillkommer, 1,0 m.					2 600
Inkommande fack	1				
Utgående grupper	10				

## Modulbyggd transformatorstation (BAMSE)



Tabell 15. Modulbyggd region/fördelningsstation

Enhet/Container	BAMSE	SKALMAN
<b>170 kV STÄLLVERK (B)</b>		
Totalvikt	c:a 9,5 ton	c:a 10,7 ton
Antal fack	1 st	1 st
Kapsling ställverk	SF6-gas	SF6-gas
Brytare:		
Isolationsmedium	SF6-gas	SF6-gas
Konstruktionsspänning	170 kV	170 kV
Märkström	2 500 A	3 150 A
Brytförmåga	40 kA	51,9 kA
Ik	40 kA, 1s	50 kA, 1s
<b>TRANSFORMATORTRAILER (A)</b>		
Totalvikt	77,7 ton	100 ton
Antal lindningar	3 st	2 st

Omsättningar	146±9x1,67% / 46 /24-12kV	145-72,5±10x1,5% / 57,5-23-11,5 kV
Effekt	25/25/25 MVA	35 MVA
Kopplingsart	YNyn0yn0(yn0)+d+dyn	YNd5
Kylning	OFAF	OFAF
Lokalkrafttransformator	250 kVA	placerad på nollpunktsbildare
Oljeuppsamling	Hela oljevolymen +15% totalt 21,4m <sup>3</sup> varav 14,5m <sup>3</sup> i separat tank.	Hela oljevolymen + 20%, totalt 28 m <sup>3</sup>
Vikt oljetank (tom)		c:a 3,2 ton
<b>60/52 kV STÄLLVERK (C)</b>		
Totalvikt	c:a 10,6 ton	c:a 9,9 ton
Antal fack	4 st	4 st
Kapsling ställverk	SF6-gas	SF6-gas
Brytare:		
Isolationsmedium	SF6-gas	Vacuum
Märkström	630A	1 250 A
Konstruktionsspänning	52 kV	60 kV
Brytförmåga	16 kA	16 kA
Ik	16 kA, 3s	16 kA, 1s
<b>24/12 kV STÄLLVERK (E)</b>		
Totalvikt	c:a 14,3 ton	c:a 8,6 ton (6,1+2,5)
Kapsling ställverk	Luft	Luft
Brytare:		
Isolationsmedium	Vacuum	Luft
Inkommande fack	1 st	1 st
Märkström	2 000 A	2 500 A
Utgående fack	5 st (möjlighet till dubbla kablar/ fack)	5 st (möjlighet till dubbla kablar/ fack)
Märkström	1 250 A	1 250 A
Konstruktionsspänning	24 kV	24 kV
Brytförmåga	25 kA	16 kA
Ik	25 kA, 1s	25 kA, 1s
<b>NOLLPUNKTSUTRUSTNING 60/52 KV (D)</b>		
Totalvikt	c:a 8,3 ton	c:a 18,4 ton
Nollpunktsbildare	saknas	55±2x2,5%, 150 kVA
Lokalkrafttransformator	placerad på krafttransformator	200 kVA

Reaktor	10 – 100 A (autoreglering)	20 – 200 A (autoreglering)
Motstånd	5/10 A, 20 s	40/20 A, 20 s
<b>NOLLPUNKTSUTRUSTNING 24-12 kV (F)</b>		
Totalvikt	c:a 7,8 ton	c:a 12,3 ton
Nollpunktsbildare	saknas	22/11±2x2,5%, 150 kVA
Lokalkrafttransformator	placerad på krafttransformator	200 kVA
Reaktor 24/12kV	20 - 200 A/10 - 100 A omkopplingsbar (autoreglering)	30 - 300 A/15 - 150 A omkopplingsbar (autoreglering)
Motstånd 24/12kV	10/5 A, 20 s	10/5 A, 20 s
<b>KONTROLLUTRUSTNING (G)</b>		
Totalvikt	c:a 6,4 ton	c:a 4,4 ton
<b>RESERVELVERK</b>		
Storlek	40 kVA	34,5 kVA
Vikt		Ingår i kontrollutrusning
<b>CONTAINER SERVICE</b>		
Totalvikt		c:a 2,4 ton
<b>ÖVRIG UTRUSTNING</b>		
Trappor, stativ, lyftok, kabeltrummor		c:a 15 ton

Tabell 6. Fördelningsställverk

Enhet/Container	ÅSBRO	LILLE SKUTT
<b>KOPPLINGSSTÄLLVERK</b>		
Totalvikt	c:a 16 ton	
Kapsling ställverk	Luft	
Brytare: ABB VD4/P 12 kV, 2500 A, 25 kA		
Isolationsmedium	Vacuum	
Inkommande fack	1 st	
Märkström	2 500 A	
<b>Utgående fack ABB Vmax/L 12 kV, 630 A, 25 kA</b>	10 st (möjlighet till dubbla kablar/fack)	
Märkström	1 250 A	
<b>Konstruktionsspänning</b>	12 kV	24 kV
Brytförmåga	25 kA	
Ik	25 kA, 1s	