# Stöd till upprättande av teknisk beskrivning

Innehållsförteckning

1 ALLMÄNT 3

1.1 Avgränsning 3

2 Entreprenadformer 3

3 Reservkraftsystem Övergripande 3

3.1 Normer 4

3.2 Effektklasser för reservkraftaggregat 4

3.3 Kategorier för reservkraftaggregat 5

4 Miljö 6

4.1 Buller 6

4.2 Avgaser 6

4.3 Bränsle 6

4.4 Elmiljö 7

5 Olika typer av ReservkraftAGGREGAT 7

5.1 Stationärt utförande 7

5.1.1 Andra typer av stationära aggregat 9

5.2 Mobilt utförande 9

5.2.1 Hjulförsedda reservkraftaggregat 10

5.2.2 Containeraggregat 11

5.2.3 Andra typer av mobila aggregat 13

6 Dieselmotor 13

7 Generator 13

8 Apparatskåp med mera 16

8.1 Stationärt utförande 16

8.2 Mobilt utförande 16

9 Styrsystem 16

10 Batteriutrustning 18

11 Kopplingsutrustning för reservkraftsystem 19

11.1 Stationära reservkraftaggregat 19

11.2 Anslutning mobila reservkraftaggregat 19

12 jordning av reservkraftaggregat 20

13 Teknisk dokumentation 21

14 Prov 22

14.1 Egenprovning 22

14.2 Fabriksprov FAT (Factory Acceptance Test) 22

14.3 Prov vid driftsättning 22

14.4 Slutbesiktning 22

14.5 Sommartest 22

15 Övrigt 23

15.1 Utbildning 23

15.2 Service/avtal 23

15.3 Garanti 23

16 Verktyg och tillbehör 23

## 1 ALLMÄNT

I detta dokument beskrivs vad som är viktigt att tänka på vid projektering och upphandling av ett reservkraftsystem med tillhörande kringutrustning. Beskrivningen gör inte anspråk på att vara heltäckande inom området, utan syftet är att förmedla grundläggande krav och egenskaper som kan vara värdefulla att beakta och som behöver diskuteras inför en investering i ett reservkraftsystem.

På marknaden finns aggregat med varierande kvalitetsnivåer. Därför är det viktigt att på ett tydligt sätt ställa krav på utrustningen utifrån behoven när det gäller teknik, handhavanden och krav på serviceåtagande, till exempel inställelsetid vid fel.

Hämta också stöd från andra publikationer, med mera fördjupade beskrivningar kring de olika delsystemen.

### 1.1 Avgränsning

Beskrivningen är i första hand tillämplig för enkelaggregat inom effektområdet 20 kVA---500 kVA med systemspänning 400/ 230V. Däremot är den inte anpassad för kravställning på redundanta kommunicerbara reservkraftsystem bestående av flera enheter.

## 2 Entreprenadformer

Standardavtal inom branschorganisationer kallas i Sverige för *Allmänna bestämmelser.* De mest kända finns inom byggsektorn, och benämns *Allmänna bestämmelser* för byggnads-, anläggnings- och installations-entreprenader.

Bestämmelserna benämns med förkortningen följt av årtalet för utgivningen, till exempel AB 92 och AB 04 för utförandeentreprenader, ABT 94 och ABT 06 för totalentreprenader samt ABK 96 och ABK 09 för konsult-uppdrag. Stora projekt med långa byggtider, leder ofta till att avtalen för pågående projekt vid en viss tidpunkt bygger på avtalsbestämmelser från olika år. Det finns alltid en övergångstid innan en ny avtalsgeneration når allmän tillämpning. Det finns heller inget som hindrar att äldre bestämmelser används i ett nytecknat avtal. Bestämmelserna blir gällande först då de åberopas i ett avtal mellan parterna.

Bestämmelserna, som har tagits fram av representanter från både beställar- och entreprenörssidan, är en kompromiss som är avsedd att fördela riskerna lika mellan parterna.

AB, ABT och ABK ges ut av [Byggandets Kontraktskommitté](http://sv.wikipedia.org/wiki/Byggandets_Kontraktskommitt%C3%A9).

## 3 Reservkraftsystem Övergripande

Dimensionering av reservkraftsystem bör utgå från en effektbehovsanalys som genomförs för objektet. Där ska objektets laster vara redovisade, till exempel startströmmar för hissar, frekvensomvandlare och utrustning för avbrottsfri kraft (UPS), som speciellt kan påverka dimensionering av reservkraftsystemet.

Det är viktigt att den tekniska beskrivningen redovisar vilka regelverk som ska uppfyllas och följas. Reservkraftanläggningen ska uppfylla gällande svenska lagar, förordningar, föreskrifter samt fordringarna i svenska, europeiska och andra internationella standarder.

Nedan beskrivs olika normer, klassificeringar, med mera som kan utgöra grund vid kravställning av reservkraftsystem.

### 3.1 Normer

Exempel på normer:

* Dieselmotorer ISO 3046/1
* Tillämpningar och prestanda ISO 8528-1
* Dieselmotorer ISO 8528-2
* Generatorer ISO 8528-3
* Styrsystem och ställverk ISO 8528-4
* Generatoraggregat ISO 8528-5
* Testmetoder ISO 8528-6
* Ljudmätning ISO 8528-10
* Europeiska tillämpliga normer för CE-märkning

 Maskindirektivet
 Bullerdirektivet
 EMC-direktivet
 LSP-direktivet

* Nationella normer

 ELSÄK-FS, 2006:1, 2008:1-4, jämte ändringar
 SS 437 01 40 (IBL)
 SS 436 40 00
 SS 436 21 01
 SNV RR 1978:5 rev 1983
 SOSFS 2005:6
 Svenska Elektriska Kommissionens (SEK) handbok 447, utgåva 1:1

Dessa normer ska ses som exempel. Det gäller att man är noggrann när man anger normer så att det är den senaste utgåvan.

### 3.2 Effektklasser för reservkraftaggregat

Effekten för ett reservkraftaggregat anges i kVA (kiloVoltAmpere) vid cos fi 0,8.

Reservkrafteffekten anges enligt ISO 8528-1 i fyra olika klasser:

* *COP (Continuous Output Power)*En kontinuerlig belastning med 100% under obegränsad tid. Det finns ingen överlastbarhet annat än för frekvensreglering.
* *PRP (Prime Running Power)*
En varierande belastning under obegränsad tid. Det finns en medeleffekt som inte får överskridas, ingen överlastbarhet annat än för frekvensreglering.
* *LTP (Limited Time running Power)*
En varierande belastning under begränsad tid. Denna belastning är tidsbegränsad till maximalt 300 timmar i sträck och maximalt 500 timmar/år.
* *ESP (Emergency Standby Power)*
Lika med LTP men med drifttid begränsad till 200 timmar/år.

Det är viktigt att i tekniska beskrivningar ange reservkraftseffekt och koppla den till någon av de fyra effektklasserna. Vanligtvis brukar man för reservkraftsystem för samhällsviktiga verksamheter ange effektklass *PRP (Prime Running Power)* för att klara långa drifttider*.*

### 3.3 Kategorier för reservkraftaggregat

Reservkraftanläggningar indelas vanligtvis i fyra kategorier. Observera att alla typer av reservkraftsystem (stationära och mobila) kan levereras i alla kategorier.

* *Kategori 1*Reservkraftanläggning – normalt matad av ett distributionssystem, endast manuell in- och urkoppling med avbrott i strömförsörjningen*. (Vanligtvis mobila reservkraftsystem.)*
* *Kategori 2*Reservkraftanläggning – normalt matad av ett distributionssystem, kan in- och urkopplas automatiskt med avbrott i strömförsörjningen. *(Vanligtvis enkla stationära reservkraftsystem.)*
* *Kategori 3*Reservkraftanläggning – normalt matad av ett distributionssystem, kan in- och urkopplas automatiskt utan avbrott (blinkfri övergång) i strömförsörjningen. Denna funktion kräver bland annat att reservkraftanläggningen är utrustad med fasningsutrustning för att medge kortvarig
(<1 sekund) parallelldrift med distributionsnätet. *(Vanligtvis stationära reservkraftsystem.)*
* *Kategori 4*Reservkraftanläggning – normalt matad av ett distributionssystem, avsedd för parallelldrift med distributionsnätet under längre tid än 1 sekund. Reservkraftanläggningen ska kunna in- och urkopplas automatiskt utan avbrott och drivas parallellt med distributionsnätet vilket innebär krav på fasningsutrustning och andra skydd som krävs för en produktionsanläggning. *(Vanligtvis större stationära reservkraftsystem.)*

## 4 Miljö

Under kapitel 3.3 Säker Miljöhantering i huvuddokumentet beskrivs i stort vilka miljörisker som kan förknippas med hanteringen av reservkraftsystem.

#### 4.1 Buller

Reservkraftaggregat i drift alstrar höga ljudnivåer. Ljudet fortplantas via avgassystem, kyl/ventilationssystem och genom konstruktioner som bland annat stomljud.

Ljudstyrkan i decibel (dBA) mäts för reservkraftsystem vanligtvis ca 7-10 m från anläggningen i alla riktningar. Är ljudnivån över ca 70 dBA är personalen tvungen att använda hörselkåpor när de vistas i närheten av anläggningen. Vid ca 65 dBA går det att vara utan. Minskas ljudnivån ca 3 dBA upplevs det som en sänkning till hälften av ljudnivån.

Det finns speciellt utrustade reservkraftaggregat som bland annat används i filmindustrin, dessa har ljudnivåer ner till ca 55 dBA. (Vanligt bakgrundsljud med lite vind och fågelsång ligger på ca 55 dBA.) Om reservkraft-anläggningen är placerad inom tätbebyggt område rekommenderas att ljudnivån kravställs till maximalt 65 dBA på 7 meters avstånd. Det kan även förekomma lokala ljudkrav som måste följas.

#### 4.2 Avgaser

Moderna dieselmotorer inom aktuellt effektområde uppfyller avgasnormer enligt EU Stage IIIA. För att få ytterligare avgasrening kan avgassystemet förses med olika typer av katalysatorer. Ställs höga krav på avgasrening rekommenderas att en kontroll av önskad reningseffekt görs innan inköp och montage.

#### 4.3 Bränsle

Invallning av bränsletankarnas bränslemängd ska utföras så att man följer Naturvårdsverkets föreskrift samt föreskrifter från lokala miljö- och hälsoskyddsnämnden.

Det finns ett antal olika typer av dieselbränslen. Motorerna utvecklas och tillsammans med rätt bränsle kan emissionsvärdena sänkas. Vanligt dieselbränsle har redan idag en inblandning av FAME i miljöklass 1 (MK1). Detta bidrar till låga emissionsvärden, men också en begränsad lagringstid. För denna typ av diesel begränsas lagringstiden till cirka 12 månader.

Omsättningen av bränsle i bränsletankar för reservkraftaggregat är vanligtvis inte så stor. Det finns också höga krav på tillförlitliga starter. Därför är rekommendationen att använda MK1 utan tillsatser. Bränslet ska naturligtvis även vara rekommenderat av motortillverkaren.

Som ett alternativ till MK1 finns idag goda erfarenheter av miljövänliga bränslen med syntetisk teknisk vitolja eller paraffinolja, vilka har positiva egenskaper för arbetsmiljön och för miljöer som av någon anledning är extra känsliga. Drivmedlet är fritt från svavel och andra föroreningar, med andra ord är avgaserna renare än avgaser från konventionell dieselolja. Detta har visats i försök som genomförts av bland andra Chalmers Tekniska Högskola, Svensk Maskinprovning och motortillverkare.

Åtgärder för att förebygga bränslestölder från reservkraftaggregaten är viktigt att kravställa i den tekniska beskrivningen. Det är i regel mobila reservkraftaggregat eller andra mindre aggregat som är placerade utomhus som blir utsatta. Exempel på skyddsåtgärder är olika typer av larm eller åtgärder som försvårar åtkomsten av bränslet, till exempel bränsletankens placering och material.

#### 4.4 Elmiljö

Lagen (1992:1512) om elektromagnetisk kompatibilitet (EMC-lagen) ställer krav på egenskaper hos eller användning av utrustning för att den ska fungera tillfredsställande i sin elektromagnetiska omgivning, utan att orsaka oacceptabla elektromagnetiska störningar för annan utrustning. Föreskriften ELSÄK-FS 2007:1 innehåller skyddskrav, krav på dokumentation, EG-försäkran om överensstämmelse, särskilda krav för fasta installationer och så vidare.

Typen av anläggning som reservkraftaggregatet ska försörja, samt vilken utrustning som finns ansluten till den eller i närheten, avgör om man är tvungen att sätta in filter för att klara olika störningsklasser. Det finns olika normer som används för att kravställa avstörningnivåer, till exempel militära, ISO 8528-3. I de flesta fall används den tyska normen VDE 875 klass N för radioavstörning av generatorn.

Reservkraftsystemets kopplingar mot ordinarie elnät kan med fördel förses med överspänningsskydd som skydd mot bland annat åska.

## 5 Olika typer av ReservkraftAGGREGAT

### 5.1 Stationärt utförande

Stationära reservkraftsystem startar och levererar spänning till anläggningen normalt inom ca 15 sekunder vid elavbrott i den ordinarie elförsörjningen. Stationära reservkraftaggregat utförs vanligtvis i kategori 3 eller 4 för att möjliggöra avbrottsfria övergångar mellan ordinarie nätmatning och reservkraft vid vissa provkörningar. Provkörningar efter installation utförs normalt direkt mot aktuell anläggning.

Stationära reservkraftaggregat placeras normalt i speciella reservkraftrum i, eller i anslutning till, aktuell fastighet. Stationära reservkraftaggregat kan också utgöras av en färdigisolerad reservkraftcontainer som levereras komplett med ingående delsystem, till exempel ventilation/kylutrustning, bränsleförråd och avgassystem. Reservkraftcontainern placeras i anslutning till fastigheten. Se text under kapitel 5.2.2.

**Reservkraftrum**Ett stationärt reservkraftaggregat bör placeras i ett utrymme så att det hamnar mot en yttervägg (helst två) ovan markplan. Det underlättar bland annat utförandet av ventilations- och avgassystem. Utrymmet bör helst vara placerat skiljt från känslig verksamhet avseende, stomljud, buller och avgaslukt. Utrymmet bör även uppfylla brandklass min EI60.

Exempel på faktorer vid planering av reservkraftrum

* Golvet ska tåla aggregatets tyngd.
* Reservkraftrummet med dörrar ska vara brandklassade.
* Dörrar ska vara utåtgående och försedda med panikregel.
* I reservkraftrummet ska finnas nödljus, brandsläckare, nödstopp och bränsleinvallning.
* Reservkraftrummet ska planeras så att risken för bränslestölder och sabotage minimeras.
* Reservkraftaggregatet ska vara försett med effektiv avvibrering för att undvika stomljud.
* Ljudabsorbenter ska finnas på väggar och i tak om detta krävs för intilliggande verksamheter.
* Säkerhetsavstånd och utrymningsvägar ska uppfylla krav enligt gällande föreskrifter.
* Reservkraftrummet ska planeras så att service kan genomföras på ett säkert och praktiskt sätt.

**Ventilation**I de flesta fall är reservkraftaggregaten försedda med en påbyggd radiatorkylare som kyls av en fläkt som sitter direkt monterad på motoraxeln. En bra lösning är att aggregatet placeras med kylaren mot en yttervägg för att underlätta installationen av ventilationen och därmed minska bland annat byggnadskostnaden.

Viktigt är att öppningarna till spjällen för till- och frånluften till aggregatrummet blir rätt dimensionerade och att luftflödet genom lokalen blir rätt. För att skapa rätt temperatur i aggregatrummet kan det krävas att ett så kallat blandningsspjäll installeras mellan kylaren och spjället mot yttervägg. En termostat, gärna i kombination med motorns temperatur, reglerar temperaturen i rummet. Tilluftspjället ska öppnas direkt vid start av reservkraftaggregatet och ska därför förses med en spjällmotor med fjäderöppning. När reservkraftaggregatet inte är i drift ska reservkraftrummet ha en grundventilation enligt Boverkets regler. Rumstemperaturen regleras via rumstermostat.

Ljudfällor på luftkanaler och ljuddämpande ytterväggsgaller är metoder som kan användas för att begränsa ljudnivån utanför reservkraftrummet.

**Avgassystem**Det kompletta avgassystemet ska vara av rostfritt syrafast stål i nödvändig dimension och ha en innerdiameter som är anpassad till rörlängden och antalet böjar, så att avgasmottrycket inte överstiger motortillverkarens gränsvärden. Eftersom avgasrörets längdutvidgning vid reservkraftdrift kan vara upptill 1 cm/meter måste detta beaktas och någon typ av kompensator och glidfästen monteras efter behov.

Ljudkraven uppfylls genom montage av en eller flera ljuddämpare av lämplig typ.

Ett återkommande problem vid reservkraftsdrift är att avgaserna kommer in i fastighetens luftventilation och skapar luktproblem. Placeringen av avgasrörets mynning är därför mycket viktig.

På grund av det kondensvatten som uppstår i avgassystemet ska ett kondensvattenlås finnas placerat vid lägsta punkten, för tömning av kondensvatten.

Avgasrörets ändavslut förses med någon form av fågel- och/eller regnskydd beroende på rörriktning.

Exempel på kravställning för avgassystem

Avgassystem utförs:

* I rostfritt syrafast stål.
* Med rätt ljuddämpare.
* Med kompensatorer för rörutvidgning.
* Med kondensvattenlås.
* Med 2x50 mm isolering som klarar minst 600°C som täcks med 1 mm aluminiumplåt.
* Med mätuttag för avgasmottryck i avgasrör.
* Med möjlighet för mätning av avgastemperatur genom att avgastermometer monteras före ljuddämparen eller med anordning för digital visning i display.
* Med skydd mot oavsiktlig beröring vid grenrör och oisolerade avgasdelar, såväl inomhus som utomhus.
* Så att ljudkraven uppfylls och dokumenteras.

**Bränslesystem**Bränsletanken ska dimensioneras efter önskad drifttid med 100% last. Drifttiden bör vara 3-7 dagar innan påfyllning av bränsle är nödvändig.

Bränsletanken ska i möjligaste mån placeras i anslutning till reservkraftaggregatet. Krävs en större tankvolym placeras en extra förrådstank på lämpligt ställe och förses med tvillingpumpar för att säkerställa säker bränsle-överföring mellan tankarna.

Regler för hur dieseltankarna ska vara utformade och hur de besiktigas finns att läsa i MSBs och Naturvårds-verkets författningar. Reglerna omfattar även rörledningarna. Besiktningen ska utföras av företag som har ackreditering av SWEDAC.

Exempel på kravställning för bränslesystem

* Nivågivare för larm (”Låg bränslenivå”) och nivåmätning ska anslutas till automatikskåp.
* Bränslesystemet ska förses med avstängningsventiler.
* Påfyllning, avluftning och elektroniskt överfyllnadsskydd ska finnas. Påfyllnings- och avluftningsrör förses med inre nät för att försvåra bränslestölder. Påfyllning och avluftning bör placeras i låsbar kapsling. Bränsletank kan även förses med bränslestöldlarm.
* Skylt ska finnas på tank och vid påfyllning. Här ska anges anläggningsägare, rymd och typ av diesel.
* Samtliga rör ska vara heldragna. Förekomsten av skarvar ska minimeras och rören ska vara mekaniskt skyddade.
* På framledningen ska ett vattenavskiljande filter monteras.
* Magnetventil med by-pass-funktion som öppnar när aggregatet är i drift ska finnas.
* Handpump med slang som når ner till ett oljefat för påfyllning till dagtanken ska finnas.

#### 5.1.1 Andra typer av stationära aggregat

Det finns flera alternativa lösningar, förutom den ovan beskrivna stationära reservkraftuppbyggnaden i ett separat reservkraftrum. En stationär reservkraftcontainer är ett av alternativen. För att passa in i miljön förses containern ibland med sadeltak, hängrännor, med mera. Container kan även levereras med Z-profil för montage av annat fasadmaterial. En annan stationär reservkraftslösning är plåtinklädda reservkraftaggregat som kan placeras utomhus. Moduluppbyggda reservkraftsystem kan även utnyttjas som en stationär reservkraftslösning, se kapitel 5.2.3.

### 5.2 Mobilt utförande

Ett reservkraftaggregat i mobilt utförande är oftast placerat i ett garage eller förråd när det inte används. Därifrån transporteras aggregatet ut till det aktuella stället för att säkra elförsörjningen.

Mobila reservkraftaggregat utformas så de kan användas som reservkraftförsörjning för prioriterade fastigheter med förekommande elsystem men även nyttjas som resurs vid tillfälliga elanläggningar, exempelvis pump-anläggning vid översvämning eller på skadeplats ute i det fria.5.2.1 Hjulförsedda reservkraftaggregat

Reservkraftaggregatets chassi ska ha en kraftig konstruktion. Ramen bör vara vridstyv och helsvetsad för att klara uppkomna påfrestningar under exempelvis transporterna ut till de verksamheter som ska försörjas.

För att få ett bra rostskydd och klara vårt klimat är en varmförzinkad behandling att föredra.

Det finns olika transporthastigheter att välja på för de hjulförsedda mobila reservkraftaggregaten – 30 km/h alternativt 80 km/h. Aggregatets slutliga vikt avgör vilket dragfordon med draganordning som kan användas.

Underkörningsskydd ska finnas samt belysning enligt transportstyrelsens anvisningar. Mer om detta går att läsa på Transportstyrelsens hemsida: *www.transportstyrelsen.se*

Överbyggnaden är en viktig del på det mobila reservkraftaggregatet för att skapa en fullgod arbetsmiljö för driftpersonalen. Den ska vara konstruerad så att den lätt kan lyftas av chassit utan att andra detaljer eller elsystem behöver demonteras. Detta underlättar arbetet vid större ingrepp, exempelvis byte av motor/ generator. För att förhindra rostskador och större underhållskostnader på längre sikt bör överbyggnaden vara utförd med bra rostskydd.

För att få en bra arbetsmiljö och underlätta för driftpersonalen bör det även finnas ett utrymme för automat-skåpet (manöverutrymme) som är avskilt från motorutrymmet. Manövreringen bör kunna ske med öppen dörr utan att ljudnivån höjs över angivet ljudnivåkrav.

Dörrar i överbyggnaden bör vara robust byggda och försedda med lås. Dörrlister bör vara av oljebeständigt gummi och någon form av uppställningsanordning för dörrarna bör finnas.

Krav bör ställas på god arbetsbelysning i motorrum och manöverutrymme för att underlätta vid service och underhåll.

Storleken på reservkraftaggregatets bränsletank har en avgörande betydelse för drifttid, bränslehantering och vikt. Drifttiden minskar och antalet påfyllningar av bränslet ökar vid en mindre bränsletank. Bränslesystemet kan bestå av en bränsletank som är monterad i chassiramen. För att undvika att bränsle rinner ner på underlaget vid ett eventuellt läckage ska bränsletanken vara invallad. Invallningen bör även omfatta eventuellt läckage från kylmedium och motorolja. I bränsletanken ska finnas insatta skvalpskott för att underlätta transport. Bränsletanken ska vara konstruerad så att underhåll och rengöring kan göras på ett effektivt sätt.

Det ska vara möjligt att ansluta en yttre tank till det mobila reservkraftaggregatet, utan att det blir spill av bränsle på underlaget. Exempelvis kan man mellan tank och dieselmotor montera självstängande snabb-kopplingar av typ hydraulkoppling.

Exempel på kravställning för ett mobilt reservkraftaggregat

* Det ska ingå 1 st. kategori 1 (handbetjänat) mobilt dieselgeneratoraggregat med tillhörande kringutrustning på minst 300 kVA PRP, 400/230 V, monterad på ett varmförzinkat chassi och med en ljudisolerad överbyggnad.
* Instrumentskåp för kontroll- och automatikutrustning ska finnas.
* Bränsletanken ska ha anslutningssystem till extern tank och vara monterad och invallad i ramen.
* Motorn ska vara utrustad med elektronisk varvtalsreglering.
* Generatorbrytare samt brytare för uttagskablar ska finnas.
* Anslutningskablage ska levereras upplindad på kabelvindor med anpassade högströmskontakter.
* All utrustning ska vara anpassad för temperaturer från - 30°C till + 40°C.
* Reglage för handbroms monteras nära draget på den främre delen av reservkraftaggregatet.
* Vid uppställning av reservkraftaggregatet ska motorvärmare och batteriladdare fungera via yttre elmatning även om manöverspänningen är frånslagen.

#### 5.2.2 Containeraggregat

En reservkraftcontainer kan anpassas för permanent uppställning på plats, om utrymme för reservkraft saknas i byggnaden. En reservkraftcontainer kan också fungera som ett mobilt reservkraftsystem, och då förses med lastväxlarram eller lyftöglor och gaffeltruckstunnlar.

Reservkraftcontainer brukar levereras komplett. Förutom reservkraftaggregat med kringutrustning som ventilation- och avgassystem ingår bränsletank, instrumentskåp, elinstallation för den interna elförsörjningen och styrutrustning för ventilation. Extern styr- och övervakningspanel och eventuell fjärrövervakning för reservkraftsystemet bör kunna anslutas till reservkraftcontainern.

Reservkraftcontainern med installerad utrustning bör ha en kalkylerad livslängd på 30 år, vilket ställer stora krav på materialval och ytbehandling.

Exempel på kravställning för en reservkraftcontainer

I entreprenaden ingår en komplett monterad, avprovad och driftsatt reservkraftcontainer med utförande enligt nedan:

* Containern ska ha en hel öppningsbar gavel med skruvlåsning samt en gångdörr i långsida. Gångdörren ska vara av typ säkerhetsdörr med inbrottsskydd enligt SS-EN 1627, klass 3 alternativt 4, och försedd med panikregel på insidan.
* Motorgeneratoraggregatet ska kunna tas ur och sättas in i containern via öppningsbar gavel utan att demonteras.
* Golvet ska vara av durkplåt, invändigt målad i ljus oljebeständig kulör, med uppdragen helsvetsad kant för invallning av eventuellt bränsleläckage.
* Containerns ytbehandling ska utvändigt motsvara korrosivitetsklass C3 (alternativt C4) enligt SS-EN ISO 12944 -2, i kulör enligt kundens önskemål.
* Containerns ytbehandling ska invändigt motsvara korrosivitetsklass C2, enligt SS-EN ISO 12944 -2.
* Containern ska vara isolerad på insidan så att medelvärdet Um blir bättre än 0,5 W/m2.
* Invändig väggbeklädnad ska vara av typ perforerad galvaniserad plåt.
* Genomföringar i golvet ska utföras med 150 mm uppdragen krage.
* Elcentralen ska vara utrustad med huvudbrytare och personskyddsautomater för alla inre installationer. Två grupper av personskyddsautomater ska finnas i reserv.
* Elinstallationen i containern ska bland annat innehålla elvärme, 2 stycken uttag samt belysningsinstallation för 400 lux, nödljusarmatur med inbyggda batterier för minst 2 timmars drift samt utomhus monterad entrélampa styrd via ljus och rörelsevakt.
* Jordplint ska placeras i närheten av kabelgenomföring. Potentialutjämning inom containern ska utföras.
* Containern ska ha plats för all materiel, inklusive underhållsutrustning och reservdelar, som är specificerad för reservkraftaggregatet och den kompletta reservkraftaggregatscontainern. Tillbehören ska placeras i skåp eller låda.
* Uttagsbestyckning utförs enligt beställarens önskemål och ska vara placerad i separat låsbar nisch.

Ventilationssystem

* Se avsnitt Ventilationssystem under 5.1 Stationärt utförande.

Avgassystem

* Se avsnitt Avgassystem under kapitel 5.1 Stationärt utförande.

Bränslesystem

* Se avsnitt Bränslesystem under kapitel 5.1 Stationärt utförande.

#### 5.2.3 Andra typer av mobila aggregat

Förutom ovan redovisade typer finns några fler varianter av konstruktioner för mobila reservkraftaggregat. En modell är aggregat som är monterade på en lastväxlarram. En annan modell är flyttbara aggregat som transporteras på lastbil och lyfts av vid objektet som ska försörjas.

Det finns även mobila reservkraftaggregat som kan placeras vid respektive fastighet men som vid behov även kan ställas intill varandra och kopplas samman. Den typen av lösning kallas för moduluppbyggt reservkraft-system och fördelen med denna variant är att den ger en ökad sammanvägd effekt och större flexibilitet att möta olika behov.

De större moduluppbyggda reservkraftsystemen är ofta containerbaserade. Moduluppbyggda reservkraftsystem innehåller ofta även separata bränsle- och ställverkscontainer.

## 6 Dieselmotor

Motorn bör vara av välkänt fabrikat med god reservdelstillgång och service inom landet. Den ska vara en standardmotor som är vattenkyld, minst vara anpassad för föreskrivet reservkraftbehov samt föreskrivet krav på lastupptagningsförmåga vid varvtalet 1500 rpm. Motorn ska vara försedd med elektronisk varvtalsreglering för att hålla frekvensen 50 Hz oberoende av belastningsgrad.

Om motor förses med motorvärmare medverkar det till högre starttillgänglighet samt förmåga att ta hög last direkt vid starttillfället. Detta kan lösas med hjälp av en elektrisk motorvärmare eller med till exempel fjärrvärme/värmeväxlare. Motorvärmaren bör vara termostatstyrd, utanpåliggande variant, som kopplas bort automatiskt vid start. Avstängningskranar monteras för att underlätta motorvärmarbyte. Larm för "Låg kylvattentemperatur +10°C” bör finnas så att signal ges om motorvärmaren inte fungerar.

## 7 Generator

Exempel på kravställning för dieselmotorn

* Dieselmotorn ska vara försedd med en handpump så att smörjoljan kan tömmas vid oljebyte.
* Spillplåt med oljeabsorptionsduk ska placeras under dieselmotorns oljetråg.
* Motorns varvtalsregulator ska vara elektronisk och arbeta pendlingsfritt. Den momentana varvtalsändringen vid inkoppling av 80% last får uppgå till högst 10% i 4 sekunder. Den kvarstående avvikelsen vid 100% last får uppgå till högst 0,4% av nominellt varvtal.
* Motorn ska vara försedd med aktiva övervakande vakter för kylvätsketemperatur, kylvätskenivå, varvtal och oljetryck. Felaktig vakt ska ge ”Larm för givarfel”.
* Motorn ska förses med insugningsluftfilter med föroreningsgradsindikator.
* Motorn ska vara försedd med rökgasbegränsande rampstyrning.
* Motorn ska vara utförd med smörjoljenivåmätsticka eller annan utrustning för nivåkontroll i vila och under drift.
* Motorn ska vara utförd med sluten vevhusventilation.

För reservkraftdrift används idag nästan alltid borstlösa synkrongeneratorer. Fördelen med den typen av generator är att det är enkelt att reglera spänningen. Generatorn bör vara av ett känt fabrikat som har bra service med god reservdelshållning inom landet.

Det är en stor fördel om generatorn är överdimensionerad i förhållande till drivmotorn. En överdimensionerad generator har möjlighet att leverera hög kortslutningsström och strömförsörja fastigheter med en stor andel olinjära laster. Generatorns förmåga att leverera kortslutningsström vid fel, inverkar även på möjligheten att kunna lösa ut skydd, exempelvis säkringar, i elanläggningen. I SS 436 40 00 finns specifika krav på frånkopplingstider vid fel.

En generator av god kvalitet ska kunna ge en kortslutningsström som är tre gånger märkströmmen under fem till tio sekunder.

Generatorer tillverkas i olika isoleringsklasser, vilka anges med en bokstav, till exempel E eller H. Isolationsklassen anger den övre temperaturgräns som isoleringen tål. Beroende på vart reservkraftaggregatet med generatorn kommer att användas krävs olika skyddsformer/kapslingsklasser. Ju tuffare omgivningsklimat, desto högre kapslingsklass. Första siffran i förkortningen för kapslingsklass, anger skydd mot beröring medan andra siffran anger skydd mot vatten, till exempel IP 23. Detta går att läsa i SS-EN 60529.

För magnetiseringen av generatorn finns två principer, separat- eller direktmagnetisering. Direktmagnetisering av en generator finns i två varianter, med eller utan spänningsregulator, så kallad AVR (Automatic Voltage Regulator). Vid högre krav på spänningsnoggrannhet används AVR.

En elektronisk spänningsregulator ser till att det är jämn spänning mellan faserna även när lasten är ogynnsam. Den ska minst vara utrustad med en tvåfasavkänning och vara RMS-kännande.

Exempel på kravställning för generator

* Generatorns fabrikat ska vara välrepresenterat i Sverige, erbjuda god reservdelsförsörjning och uppfylla fordringarna enligt SS EN 60034-1.och ISO 8528-3 klass G3.

Generatorn ska:

– Vara utförd enligt isolationsklass H, temperaturklass F och lägst skyddsform IP 21 samt
vara avstörd enligt VDE 0875 klass N.

– Vara en 3-fas fyrpolig y-kopplad synkrongenerator 400/230 V för drift vid 1 500 r/m
och märkeffekt vid cos fi 0,8 induktiv eller kapacitiv last.

– Vara utförd med permanentsmorda lager (>30 000h).

– Vara utförd med stegförkortade lindningar och ha samtliga faser utdragna till en
neutralpunkt, där strömtransformatorer för generatorskydd och mätändamål placeras i samtliga faser. Strömtransformatorerna ska vara dimensionerade för generatorns kortslutningsström.

– Vara av borstlöst utförande och vara försedd med automatisk trefas RMS-kännande
elektronisk spänningsreglering. Spänningsregulatorn ska vara utförd med kompensator
för reaktiv effekt och ha uttag för yttre potentiometer för spänningsinställning. Spänningsregulatorns reglerfel får uppgå till högst +/- 1,5% av generatorns nominella spänning vid belastningsändringar på generatorn mellan tomgång och fullast.

– Kunna leverera stationär kortslutningsström som uppgår till minst 3 x märkströmmen
i 5-10 sekunder.

– Fungera i anläggningar där andelen olinjär last är 70%, bestående av exempelvis
switchade likriktarlaster eller motsvarande lastprofil. Lastosymmetrin kan vara
upptill 50%.

– Klara en överlast på 110% i en timme.

Generatorns tillåtna toleranser:

* Spänningsstabilitet vid fortvarighet <+/- 1,5%
* Spänningsdistorsion vid linjär last fas- och huvudspänning max 4% THD
* Transienta spänningsvariationer <+/- 20% max 0,5 sekunder

## 8 Apparatskåp med mera

Apparatskåpet för reservkraftaggregatet ska vara av god kvalitet och ha den rätta kapslingsklassen för installationen, till exempel IP 43 för mobilt utförande. Det är viktigt att alla spänningsförande delar, i skåp och på insidan av dörren är beröringsskyddande när dörren är öppen. För att undvika onödiga fel bör inte jordfelsbrytare ingå i manöver- eller säkerhetskretsar i apparatskåpet.

#### 8.1 Stationärt utförande

Placeringen av apparatskåpet vid en stationär installation kan variera. Det är dock en fördel att placera skåpet fristående men nära aggregatet för att minska ledningslängder och få överblick över aggregatet när det är i drift.

**Nätövervakning**Nätövervakningen ska ha sådan konstruktion att den ger startsignal till reservkraftsystemet vid alla typer av nätfel som kan skada ansluten anläggning eller förorsaka funktionsstörning hos denna. Startsignal ska inte ges vid enskilt icke cykliskt återkommande kortvarigt nätavbrott, ofta < 3 sekunder.

Nätövervakningssystem ska vara trefasigt och RMS-kännande för under- och överspänning på både fas- och huvudspänning, med tillhörande fassekvensvakt och frekvensvakt.

**Fasningsdon**Synkronoskop för avbrottsfria övergångar ska finnas för kategori 3- och 4-anläggningar. Synkronoskopet ska kräva minst tvåfasig faslikhet och vara försedd med fasningsspärr avseende fasläges- och spänningsdifferens. Systemet ska vara sådant att tiden från synkroniseringssignal till verkställt brytartillslag inte överstiger 80 ms.

#### 8.2 Mobilt utförande

Det är en stor fördel om det finns ett avskilt utrymme, som är ljuddämpat från motorrummet, där apparatskåpet kan placeras. Det ger en betydligt bättre arbetsmiljö när aggregatet är i drift. I detta utrymme ska det även finnas möjligheter att ansluta extra handlampor, borrmaskin, med mera.

## 9 Styrsystem

Styrsystemet ska vara anpassat till reservkraftaggregatet och dess ställda krav och föreskrivna funktioner. Det ska vara av välkänt fabrikat med alla texter på svenska. Systemet ska vara lätt att förstå och lätt att hantera eftersom det påverkar tillförlitligheten och handhavandet av reservkraftaggregatet.

Ett tillförlitligt händelseregister ska finnas så att personalen ska kunna ”gå tillbaka” och titta på vilka fel och larm som varit.

Följande mätvärden ska visas i styrsystemets display:

* Alla spänningar 3-fas, från nät och generator.
* Ström 3-fas, från generator.
* Effekten.
* Effektfaktor Cos fi.
* Frekvens.
* Motortemperatur.
* Oljetryck.
* Reservkraftaggregatets drifttid.
* Batterispänning.
* Bränslenivå i bränsletanken.
* Antal starter som gjorts.

Många användare ställer idag krav på att kunna fjärrövervaka och i vissa fall även fjärrstyra sin reservkraft-anläggning. Därför bör det finnas möjlighet att göra uppkoppling mot styrsystemen eller överföra larm till annat signalsystem via TCP/IP-kommunikation eller liknande.

**Larm**Ett antal larm och driftindikeringar ska finnas för anläggningen för att säkerställa start och drift av reservkraft-aggregatet. Dessa kan visas i operatörspanelen eller i en separat larmpanel.

Beroende på användningsområde och vilken typ av reservkraftanläggning som installeras kan det finnas behov av fler larm och driftindikeringar. Nedanstående larm ska stoppa reservkraftaggregatet och ge blockering.
Larmtext samt A-larm ska komma upp på larmtablå.

* Överström (kortslutning), generator.
* Onormal spänning (hög och låg).
* Bakeffekt.
* Frekvensfel (hög och låg).
* Lågt smörjoljetryck (till exempel 0,8 bar).
* Hög kylvattentemperatur (till exempel +102°C).
* Låg kylvattennivå.
* Hög motortemperatur.
* Utebliven start (startfel).
* Nödstopp.
* Defekt styrsystem.
* Defekt motorstyrsystem.

Nedanstående larm ska endast ge indikering (B-larm) samt återställas automatiskt när felet åtgärdats. Larmen ska finnas på larmtablå:

* Likriktarfel.
* Låg batterispänning.
* Omkopplare i fel läge (kontrollslinga bruten).
* Låg kylvattentemperatur (till exempel + 5º C).
* Hög kylvattentemperatur (till exempel + 93°C).
* Låg kylvattennivå.
* Låg bränslenivå (till exempel 30%).
* Utlöst vektorsprångskydd (gäller kategori 4).
* Nätbrytarfel.
* Misslyckad fasning (gäller kategori 3 och 4).
* Onormal rumstemperatur.
* Givarfel.
* Fel på bränslepump.
* Lågt smörjoljetryck (till exempel 1,5 bar).
* Utlösta dvärgbrytare.
* Bränsleläckage.
* Misslyckad fasning.
* Jordfel i uttag.

## 10 Batteriutrustning

En av de vanligaste orsakerna till att reservkraftaggregat inte startar är fel på batteriutrustningen. Därför är det mycket viktigt att alla ingående detaljer i batterisystemet är av god kvalitet och rätt dimensionerade. För reservkraftanläggningar med höga tillförlitlighetskrav bör batterisystemen vara dubblerade och försedda med övervakning så att felindikering sker direkt vid något fel. En batterifrånskiljare ska placeras i närheten av batteriet för att säkert kunna bryta batterispänningen vid till exempel service eller batteribyte.

**Batterier**Ventilreglerade batterier är att föredra i de allra flesta fall. Omgivningstemperaturen (batteritemperaturen) är viktig att tänka på vid dimensionering. Kapaciteten är cirka 50% mindre vid - 20°C än vid en rumstemperatur på 20°C och en temperaturökning med 10°C halverar batteriets livslängd.

Vid dimensionering av ett startbatteri bör följande punkter beaktas.

* Typ av motor som ska startas.
* Antal startförsök.
* Längd på respektive startförsök.
* Lägsta omgivningstemperatur.
* Önskad livslängd.
* I de fall start- och manöverbatteriet är gemensamt ska det dimensioneras så att styrsystemet och annan utrustning inte påverkas vid start.

Faktorer som påverkar batteriets livslängd är:

* Batteritemperatur.
* Underhållsladdningsspänning.
* Antal urladdningar.
* Hur stor urladdningen är vid varje urladdning.

Normer för ventilreglerade blybatterier är EN 60896-22 (2004-08-09) samt EN 60896-21 (2004-12-06).

**Laddare**Laddaren ska vara av god kvalitet med larm och övervakningsfunktioner samt vara optimalt anpassad till batterisystemet.

Det är i vissa fall en fördel att installera en konstantspänningsladdare med temperaturkompensering för att kunna ladda batteriet med rätt spänning vid olika batteritemperaturer. I andra fall kan periodisk laddning av batterier vara bästa lösningen.

Övervakningen av batterisystemet kan se ut på olika sätt. Tanken är dock att ett A- eller B-larm genereras vid minsta förändring eller fel.

Exempel på larm:

* Fel i laddningsspänningen.
* Laddningsfel.
* Batterikretsfel.

## 11 Kopplingsutrustning för reservkraftsystem

#### 11.1 Stationära reservkraftaggregat

Anläggningens centraluppbyggnad med huvudbrytare, nätleverantörens mätutrustning, överspänningsskydd och utgående grupper samt yttre kablage ska utformas så att de uppfyller föreskrifter, standard och IBL.

Nätbrytare och reservkraftbrytare ska vara i 3-poligt utförande för kategori 3- och 4-anläggningar. Effektbrytare är inte standardiserade på samma sätt som säkringar. Vid dimensionering måste hänsyn tas till bland annat brytförmåga, genomsläppt energi I2t, genomsläppt toppström samt till- och frånkopplingstider, både vid manöver- och skyddsurkoppling. Effektbrytarna indelas i två huvudgrupper, ACB (luftbrytare) och MCCB (isolerkapslad brytare). För kategori 3- och 4-anläggningar med fasningsmöjlighet är brytartider viktiga. Tid från impuls från synkronoscop till utförd omkoppling via brytare bör vara mindre än 80 millisekunder. Kontaktorer som omkopplare i reservkraftsystem bör undvikas beroende på större risker för fel och därmed sämre tillförlitlighet.

#### 11.2 Anslutning mobila reservkraftaggregat

Ett mobilt reservkraftaggregat ansluts till belastningen genom fast anslutning eller genom olika typer av anslutningsdon.

Det mobila reservkraftaggregatet kommer i regel att anslutas vid olika objekt vilket innebär att det kommer att anslutas till varierande elanläggningar. Se till att fas-följden alltid kontrolleras före inkoppling, för att undvika skador på utrustning eller i värsta fall personskador.

Vid de objekt som förbereds för att strömförsörjas från ett mobilt reservkraftaggregat anordnas en anpassad inmatningsenhet, reservkraftomkopplare och jordtag. Inmatningsenheten ska ha den konstruktion som driftorganisationen och nätägaren kommit överens om.

Om inmatningsenheten och anslutningsdonen har en märkström om högst 125 A, kan så kallade CEE-uttag och intag utnyttjas. För större strömmar används normalt högströmskontakter. Inmatningsenheter med märkström på 63 A eller högre, bör vara blockerad eller låsbar. Med fördel kan inmatningsenheten placeras inom en låsbar kapsling.

Kabeln för aggregatets anslutning ska innehålla separat neutralledare (N) och skyddsledare (PE). Neutral-ledaren och skyddsledaren från reservkraftanläggningen ska vara förbundna med nätägarens nät i den fasta installationen. Skydds- eller PEN-ledare får inte brytas av reservkraftomkopplaren.

Om en elanläggning utan inmatningsenhet behöver matas med reservkraft kan reservkraftaggregatet anslutas med en fast förbindning sedan servisledningen frånskilts från det ordinarie elnätet av elinstallatör med behörighet.

För vidare information om hur anslutningen ska ske, se Svensk Energis anvisningar *Reservkraftaggregat
– Tekniska anvisningar för anslutning av reservkraftaggregat i kundanläggningar*.

Anslutningskablarna för det mobila reservkraftaggregatet bör kunna transporteras med reservkraftaggregatet och vara lätta att dra ut och ansluta till inmatningsenheten. Detta löses med olika typer av kabelvindor. Finns det möjlighet att lyfta bort dessa för förvaring på annat ställe kan det vara en fördel.

## 12 jordning av reservkraftaggregat

För utförande av jordning av reservkraftaggregat gäller *SS 436 40 00.* Det går även att fördjupa sig i ämnet med hjälp av *Svenska Elektriska Kommissionens (SEK) handbok 447, utgåva 1:1, Generatoraggregat – Tekniska anvisningar för anslutning och drift av generatoraggregat.*

När ett generatoraggregat matar en fast installation ska ”en lämplig jordelektrod” i enlighet med SS 436 40 00, avsnitt 551 anordnas i anslutning till installationen. Detta gäller såväl då aggregatet tillhandahåller ordinarie strömförsörjning som när det utgör reservkraft för att ersätta matningen från det fasta nätet. Då generator-aggregatet fungerar som reservkraftaggregat ska jordtaget säkerställa att installationen är jordad (TN-system) även vid ett avbrott till distributionsnätets jordelektrod.

Som jordelektrod kan byggnadens fundamentjordelektrod användas, se SS 436 40 00 bilaga 54ZB. I annat fall utförs jordtaget med jordelektroder som förläggs i marken i anslutning till elinstallationen. Vanligen utgörs dessa jordelelektroder av stänger, ”jordspett”, som drivs ner vertikalt i marken eller linor som förläggs horisontellt på ett djup av minst 0,5 meter. Jordelektroder är företrädesvis utförda av koppar. Även andra former av jord-elektroder och jordtag förekommer, se vidare SS 436 40 00, kapitel 54.

Jordtagsledare, det vill säga ledare som förbinder jordelektrod och installation, ska i marken ha en area av minst 25 mm2 koppar eller 50 mm2 varmförzinkat stål om den inte är korrosionsskyddad på annat sätt. I annat fall krävs endast 16 mm2 i båda fallen.

Jordtagsledaren ansluts till huvudjordningsskenan i installationen. Om sådan saknas, ansluts jordtagsledaren till PEN-ledaren vid den inmatningsenhet eller central där reservkraften matas in.

(Svenska Elektriska Kommissionen (2014). SEK Handbok 447 – Generatoraggregat – Tekniska anvisningar för anslutning och drift av generatoraggregat, Utgåva 1:1. ISBN 13: 978-91-89667-29-7 ISBN 10:91-89667-29-8)

## 13 Teknisk dokumentation

All dokumentation ska vara på svenska. Med dokumentation avses alla ritningar, publikationer och andra skrivna dokument som ger nödvändig information för drift och underhåll av reservkraftaggregatet samt vid personalutbildning. Entreprenören (leverantören) ska svara för att all dokumentation, inklusive dokumentation från underleverantörer, uppfyller nedan angivna krav. Om det finns miljöfarliga ämnen eller komponenter som ska behandlas på särskilt sätt vid utbyte, reparation, service och utskrotning ska detta anges. Dokumentationen ska inriktas, utformas och tillhandahållas så att leverans sker successivt med hänsyn till projektets tidsplan.

Fullständig dokumentation ska finnas tillgängliga i rätt tid för genomförande av:

* Granskning och systemutformning, konstruktion och tillverkning.
* Förberedelser för drift och underhåll.
* Utbildning av personal.
* Operativ drift och underhåll efter överlämning till beställaren.
* Felsökning och inställning av driftparametrar.
* Anskaffning av reservmateriel.

Det ska tydligt anges hur många kompletta dokumentpärmar som ska levereras, andra format för leveransen (till exempel CD, USB) samt i vilket program dokumentationen ska göras (till exempel Word, pdf, autocad). Dokumentationen är en mycket viktig del i den totala leveransen av en reservkraftfunktion. Se till att den är så komplett som möjligt utifrån önskat innehåll.

Några exempel på vad den kan innehålla:

* *Tekniska data*
Alla tekniska data för reservkraftanläggningen.
* *Beskrivning av handhavande*
En beskrivning av hur reservkraftaggregat, ställverk samt övriga delsystem ska manövreras och hanteras. Samma beskrivning ska plastas in och sättas upp vid reservkraftaggregatet.
* *Funktionsbeskrivning*
Beskrivning av alla driftfall, ventilation, kyla med mera.
* *Ritningar*
– Apparatlistor
– Kretsscheman
– Förbindnings- och parttabeller
– Kabellistor
* *Program för konfigurering av styrsystem*Program för att kunna ladda in i en ny styrutrustning.
* *Felsökningsschema*
Underlag för felsökning av anläggningen i tabellform eller anvisning.
* *Parameterlista*
Inställningsvärden och tider för vakter och skydd med mera.
* *Provningsprotokoll*
Protokoll från egenkontroller och prov, FAT, driftsättning med mera.
* *Handböcker*
Handböcker på svenska för dieselmotor och generator.
* *Driftprov*
Protokoll för det periodiska driftprovet.

## 14 Prov

Det är mycket viktigt att prov genomförs och dokumenteras så att beställaren får verifierat att reservkraft-aggregatet har den prestanda som upphandlats. Dessa kan indelas i två kategorier; leverantörens egen provning samt beställarens provning med utsedd provledare, till exempel FAT (Factory Acceptance Test) och sommar-tester.

#### 14.1 Egenprovning

Egenprovning innebär att leverantören under produktens tillverkning och färdigställande provar reservkraftaggregatet så att alla önskade funktioner fungerar. Detta dokumenteras och levereras i reservkraftaggregatets dokumentation.

#### 14.2 Fabriksprov FAT (Factory Acceptance Test)

Vid fabriksprov har beställaren möjlighet att verkligen kontrollera att reservkraftaggregatet har de funktioner och prestanda som ställs som krav vid upphandlingen via den tekniska beskrivningen. Vid provtillfället görs en första okulärbesiktning och det kan även vara lämpligt att genomföra ett längre driftprov på ca 6 timmar med lämplig last.

Fabriksprovet ska utföras med egen eller upphandlad personal med rätt kompetens.

#### 14.3 Prov vid driftsättning

Innan slutbesiktningen ska driftsättning av anläggningen ske. I samband med detta genomförs olika prov och funktionskontroller. Det är mycket viktigt att prova och kontrollera reservkraftaggregatet på plats tillsammans med den övriga utrustningen och installationerna i fastigheten/verksamheten så att allt fungerar som det var tänkt. Proven ska utföras mot 100% last samt även mot fastighetens verkliga last. Allt ska dokumenteras och föras in i dokumentationen för reservkraftaggregatet. Driftsättningen ska ske kontrollerat med representanter från beställare och leverantör.

#### 14.4 Slutbesiktning

Slutbesiktning utförs enligt AB/ABT.

#### 14.5 Sommartest

För att kontrollera att reservkraftaggregatet verkligen klarar av att vara i drift under en längre tid så kan driftpersonal genomföra så kallade ”sommartest”. Tanken är att genomföra prov när det är så ogynnsamma förhållanden för reservkraftaggregatet som möjligt. Då är det bra om omgivningstemperaturen är så hög som möjligt, till exempel en varm sommardag. Under ett sommarprov bör aggregatet vara i drift under minst 12 timmar med 100% last.

## 15 Övrigt

#### 15.1 Utbildning

Vid upphandling av reservkraftaggregat bör man planera för utbildning av drift-, underhåll- och jourpersonal. Det är en fördel om även någon ansvarig överordnad personal är med vid utbildningarna.

Utbildningen ska ske vid minst två tillfällen. Första tillfället kan ske till exempel efter driftsättning men före besiktning. Andra tillfället för utbildningen kan med fördel genomföras vid ett servicebesök under garantitiden. Då har personalen kört och underhållit reservkraftaggregatet under en tid och har troligen en del frågor och funderingar som de vill få svar på.

Utbildningen ska vara både teoretisk och praktisk med genomgång av samtliga funktioner och prov. Den befintliga dokumentationen för reservkraftaggregatet ska användas. För att ge driftpersonalen möjlighet att lära sig anläggningen ska utbildningstiden minst vara 4 timmar per tillfälle.

#### 15.2 Service/avtal

Leverantören ska kunna erbjuda en serviceorganisation med en inställelsetid som matchar de krav som ställs på reservkraftanläggningen. Till exempel ska inställelsetiden för akut service inte vara längre än 8 timmar och för övrig service 24 timmar.

Under garantitiden ska det genomföras minst två servicebesök med ca 12 månaders intervall. Sista besöket ska vara strax innan garantitidens slut. Detta går då att koppla ihop med ett utbildningstillfälle för beställarens personal. Ett serviceavtal bör även upphandlas som gäller efter garantitidens slut.

#### 15.3 Garanti

Garantitiden ska vara minst 2 år efter slutbesiktning. Det är viktigt att klargöra vad som ingår i garantin. Det kan finnas separata garantier, till exempel för tillverknings-, kapacitets- och funktionsfel hos startbatterierna.

## 16 Verktyg och tillbehör

För att snabbt kunna åtgärda fel och göra reparationer på reservkraftaggregatet är det viktigt att en anpassad verktygssats ingår i leveransen och att instruktionsböckerna för till exempel dieselmotor och generator är på svenska. Reservdelar för de mest vitala delarna bör levereras med reservkraftaggregatet.

Exempel på övriga tillbehör som bör levereras med reservkraftaggregatet är:

* Hörselkåpor 2-3 st.
* Brandsläckare.
* Handlampor för mobilt reservkraftaggregat. För stationärt reservkraftaggregat ska det finnas en bärbar nödljuslampa som är placerad vid dörren till aggregatrummet.
* Mätanordning för att kontrollera glykolhalten i kylarvattnet samt filtertång för oljefilter.
* Vitala delar för reservkraftaggregatets funktion.