

ALLMÄNNA FÖRESKRIFTER

2.

Ändamål och omfattning

2.1

Konstruktionsfaktorer

2.1.1

Den elektroniska (teletekniska) materielen utgör lösningen av i många fall mycket komplicerade tekniska problem och utnyttjas därför i alltmer ökad omfattning. Därvid måste emellertid stora krav ställas på dess funktionssäkerhet. Allt arbete med utveckling, konstruktion och tillverkning måste följaktligen bedrivas med största möjliga uppbåd av insikter och ansträngningar för att slutprodukten skall bli tillfredsställande. I program, kontrakt o d uppställda krav på driftegenskaper är därjämte intimt sammankopplade med följande konstruktiva krav:

- a) enkelhet i den konstruktiva utformningen såväl i mekaniskt som i elektriskt avseende
- b) anpassning till metoder för serietillverkning med hänsyn till snäva marginaler hos in- och utdatavärden
- c) enkelt handhavande
- d) driftsäkerhet i samband med yttre och inre påkänningar av olika slag
- e) hållfasthet mot påkänningar i samband med transporter, svåra driftförhållanden, handhavande och service
- f) minsta möjliga störning av andra apparaters funktion, enkel installation
- g) minsta möjliga vikt och volym
- h) minsta möjliga arbets- och reservdelsinsats vid underhåll och service

2.1.2 Apparatsystem

Den elektroniska materielen måste kunna samverka med annan materiel, och får därför betraktas som en integrerande del av ett system. Vid konstruktionen måste hänsyn tas till detta förhållande.

Det är därvid av vikt att känna de ingående apparaternas egenskaper, speciellt deras eventuella inverkan på varandra. På grund av framtida systemförändringar, föranledda av teknikens och taktikens krav, är det nödvändigt att de i systemet ingående enheterna endast utför sina avsedda funktioner och icke dessutom åstadkommer bieffekter som inverkar störande på andra enheters funktion.

Exempel: Ett elverk får icke samtidigt som det levererar kraft orsaka störningar som försvårar radiomottagningen i dess närhet; övertonshalten skall vara låg, spänningsregleringen skall vara god etc.

Fjärrskrivare skall vara radioavstörda, och sändare och mottagare fria från icke önskade signaler.

Vid systemplanering måste hänsyn tas till det utrymme som är tillgängligt, dimensionering av kraftkällor, placering av apparater och betjänande personal, omgivningstemperaturer och fastsättningsanordningar. I ett militärt system skall den elektroniska utrustningen samverka med mekaniska system genom servoutrustningar av olika slag. I systemet kan även ingå matematikmaskiner. Det gäller då att åstadkomma en viss balans mellan olika enheter, så att den önskade systemfunktionen blir den bästa möjliga. I ett flygplan är man med hänsyn till vikt och volym ofta tvingad att anpassa enheterna till flygplanets utformning. Man måste därvid »skräddarsy» apparaterna. Även om sålunda systemplaneringen för med sig svårigheter i samband med den tekniska lösningen får man inte glömma bort en viktig konstruktionsparameter, nämligen driftsäkerheten. Det är inte utan vidare klart att även om de ingående enheterna har tillfredsställande driftsäkerhet även systemet har detta. Den totala driftsäkerheten är naturligtvis beroende av varje enhets driftsäkerhet, men även av enheternas samverkan i systemet. Många gånger kan rent ele-

mentära ting, exempelvis olämplig ledningsdragning mellan enheterna (pulsstörningar), icke förutsedda frekvensstörningar m m, förorsaka svagheter hos systemet.

Vid systemlösningen har man även att bedöma möjligheten att skydda sig mot fiendens störande verksamhet. Dessutom måste anordningar finnas för övervakning av systemets funktion.

Vanliga fel

2.1.3

Här nedan följer en lista över vanliga tekniska svagheter hos den elektroniska materielen. Listan är inte på något sätt uttömmande, men må utgöra ett memento för konstruktören:

1. För hög elektrisk påkänning i elektronrör, transistorer och övriga komponenter i förhållande till märkdata
2. Dålig elektrisk konstruktion, såsom alltför komplicerad kretslösning, data alltför beroende av normal åldring på elektronrör och komponenter, elektrisk instabilitet, brum, störande bifunktioner (otillbörlig strålning och störning av andra apparatsystem)
3. Komponenter med för låg driftsäkerhet och med funktionsstörningar vid yttre påkänningar (exempelvis vibrerande relä-fjädrar)
4. Elektrisk instabilitet orsakad av dålig mekanisk stabilitet hos materielen (uppbyggnad, komponentmontering)
5. Dålig åtkomlighet vid reparation och underhåll
6. Onödigt stor volym och vikt på grund av otillfredsställande teknologisk utnyttjning av ingående material
7. Dålig fastsättning av tunga detaljer (för svagt chassiunderlag, klenta dimensioner på fastsättningsbultar), olämplig placering av tyngdpunkten (för högt eller osymmetriskt i förhållande till apparatens fästpunkter), vilket orsakar extra påkänningar då materielen utsätts för vibrationer
8. Otillräcklig låsning av skruvar, muttrar, elektronrör m m, dålig åtdragning av skruvar och muttrar, osäker fastsättning av rattar, vred och kugghjul etc på axlar

9. Otillräckligt skydd för ledningar och kablar mot mekanisk åverkan (vibrationer, chocker, handhavande)
 10. För små bockningsradier hos plåtar och vinklar, ingen hänsyn tagen till valsriktningen
 11. Olämplig konstruktion och placering av manöverorgan och skalor
 12. Otillräcklig ventilation, för höga kolvtemperaturer hos rören under drift
 13. Otillfredsställande resistens mot fukt
 14. Otillfredsställande säkringsskydd och skydd för personalen
 15. Olämpligt utförda vibrationsskydd m m
- Se även 8.1.2.

2.1.4 Denna *konstruktionspraxis* omfattar de allmänna krav som, enligt vad erfarenheten visar, kan ställas på utveckling och konstruktion av elektroniska apparater för militära ändamål. I program och kontrakt anges detaljerade krav på driftegenskaper och utförande för den taktiska användningen.

Här föreliggande anvisningar upptar

- de miljöförhållanden vid vilka apparaten skall fungera tillfredsställande och driftsäkert
- allmänna rekommendationer för material och ytbehandling
- mekaniska och elektriska konstruktionsgrunder
- metoder för utväljande och applikation av komponenter
- i detalj beskrivna medel och metoder för apparatens provning

Ett noggrant iakttagande av dessa föreskrifter medför därjämte en besparing av kostnader för såväl beställare som leverantörer genom att man på ett tidigt stadium av utvecklings- och konstruktionsarbetet kan tillgodogöra sig hittills vunna erfarenheter.

Driftsäkerhet och fältmässighet 2.2

Synpunkter på driftsäkerheten 2.2.1

Allmänt 2.2.1.1

Det är av primär betydelse att driftsäkerheten hos den elektroniska materien drivs så långt som är möjligt på teknikens nuvarande ståndpunkt. Leverantören måste sålunda tillsammans med beställaren ovillkorligen vidta alla åtgärder och utnyttja alla möjligheter och metoder i tillverkningsprocessen för att nå detta mål. En låg driftsäkerhet medför ofta förekommande driftavbrott, ökat underhåll, extra transporter, felundersökningar och reparationer. Kostnaderna för underhåll blir därigenom oproportionerligt höga, och den militära organisationen belastas med anskaffning och lagerhållning av reservdelar samt med en stor personalkader som måste ges en omfattande teknisk utbildning.

Man har påvisat att kostnaderna för underhåll av elektronisk materiel under dess livstid kan uppgå till 10–20 gånger materielens anskaffningskostnad. Antalet timmar för kontroll och underhåll av en radarstation kan vara 10 gånger större än antalet drifttimmar.

Dessa exempel har anförts för att påvisa hur nödvändigt det är att stora ansträngningar görs för att förbättra driftsäkerheten.

Personal med driftsäkerhetsuppgifter 2.2.1.2

Ett betydelsefullt led i strävan efter hög driftsäkerhet är att leverantören avdelar personal med speciellt uppdrag att tillse att alla möjligheter att främja driftsäkerheten tillvaratas under utvecklingsarbetet och vid tillverkningen. Lämpliga åtgärder skall under arbetets gång överenskommas med beställaren.

Driftsäkerhetspersonalen bör bli kända till de i denna konstruktionspraxis angivna rekommendationerna och föreskrifterna. Den bör äga ingående kännedom om komponenternas egenskaper och applikation. Den bör övervaka utvecklingsarbetet vad beträffar standard och marginalprovning, underhåll och service. Den bör beträffande tillverkningskontrollen föreslå och se till att enheter

underkastas simulerade driftprov innan sammanställning sker, så att man kan försäkra sig om att enheten ifråga arbetar tillfredsställande. Erfarenheten har nämligen visat att tillverkarens slutkontroll då vanligen kan genomföras snabbt och utan alltför stora returerna.

2.1.2.3 Metoder för driftsäkerhetens höjande

Det är i huvudsak två faktorer som var för sig eller tillsammans bestämmer graden av driftsäkerhet, nämligen den mekaniska och den elektriska konstruktionen. Den mekaniska konstruktionen skall ägnas speciellt intresse, eftersom den utgör grunden för den elektriska driftsäkerheten. Härvid skall hänsyn tas jämväl till sådana dynamiska påkänningar (vibrations- och stötpåkänningar) som ger upphov till utmattning och brott. I avsnitt 8.1 ges en del synpunkter på mekanisk hållfasthet och på de metoder som man använder för att uppnå tillfredsställande resultat. För att man skall få en uppfattning om vad som erfordras i detta hänseende föreskrivs i kapitel 3 accelererade vibrations- och skakprovningar. Man söker dessutom skydda materielen under svåra driftförhållanden genom att utnyttja lämpligt utformade och anpassade vibrations- och stötdämpare.

Beträffande den elektriska konstruktionen har man i huvudsak att ta hänsyn till fyra faktorer, nämligen komponentval, komponenternas anpassning till avsedd funktion, kretsutförande med hänsyn till fordrade driftmarginaler samt apparatens konstruktion i övrigt.

2.2.1.4 Komponentval

Komponentvalet spelar en primär roll för driftsäkerheten. En faktor av vikt härvidlag är komponenttypens reproducerbarhet, dvs fabrikationstoleranserna. Andra viktiga faktorer är komponentstabilitet, dvs ändringar i komponentens drifttegenskaper (åldring), beroendet av temperatur, fukt, atmosfärtryck, mekaniska påkänningar, spänningsvariationer. Komponentens toleranser och stabilitet måste vara kända av konstruktören, för att denne skall kunna bestämma de driftmarginaler som apparaten får under sin

livstid. Uppvisar komponenten någon svaghet skall denna på lämpligt sätt kringgås eller kompenseras genom omsorgsfull konstruktion.

Komponentapplikation

2.2.1.5

Liksom vid den mekaniska konstruktionen skall man även vid anpassningen av komponenterna skaffa sig lämpliga säkerhetsfaktorer genom att inte utnyttja komponenternas märkdata. Erfarenheten har nämligen visat att driftsäkerheten och livslängden avsevärt ökas genom att driftnivån sänks i förhållande till komponentfabrikantens märkdata, *nedgradning* (eng. derating). Storleken av denna nedgradning kan variera, men bör i allmänhet hålla sig under 70 % av märkdata.

Höga omgivningstemperaturer inverkar normalt så, att livslängden minskar. Genom att apparaten måste göras kompakt för att volymen skall bli liten och vikten låg är det i allmänhet svårt att hålla temperaturstegringen hos komponenterna inom föreskrivna gränser. För att materielen ändå skall få tillräcklig livslängd erfordras vanligen en ytterligare nedgradning, speciellt för komponenter som under drift är värmealstrande.

Vid applikationen skall man även ta hänsyn till följande faktorer, nämligen den gradvis skeende försämringen av egenskaperna (åldrande), plötsliga fel (katastroffel), glappkontaktfel (intermittenta fel) och trimningsfel.

Komponentåldrande

2.2.1.6

Hur lång tid kommer denna komponent att fungera i den avsedda applikationen? Hur påverkas apparatens funktion härunder? Vid utarbetandet av kretslösningen måste man beakta dessa frågor för att kunna åstadkomma driftsäkerhet och livslängd. Speciellt gäller detta för komponenter som är utsatta för slitage, t ex elektronrör, reläer. Vid leverans av komponenter överenskommes om vissa toleransgränser inom vilka komponenternas data skall falla. Det är därvid viktigt att i överenskommelsen inryms det *villkoret, att datavärdena skall vara normalt fördelade mellan dessa toleransgränser* (ex. Gausskurvan); någon utplockning av vissa värden före leve-

ransen får sålunda icke ske. Vid åldrandet kommer nämligen toleransgränsen att överskridas; om de flesta komponenterna då skulle ligga fördelade intill denna gräns minskas livslängden.

För elektronrörens funktion är emissionen eller brantheten av stor betydelse. Härvid måste apparaten vara så konstruerad att rör vilkas branthet vid leverans ligger vid den undre toleransgränsen även ger apparaten tillfredsställande livslängd och funktion. För varje rörtyp anges därför en livsgränsbranthet, vid vilken apparaten skall fungera, ehuru med en viss försämring av prestanda.

Ungefär samma förhållanden gäller även för andra komponenter än rör; åtminstone kommer dessa komponenters toleransområden att vidgas eller förskjutas.

2.2.1.7 Plötsliga fel (katastroffel)

De plötsliga felen yttrar sig som glödtrådsbrott hos rör, avbrott i motstånd, kortslutning i kondensatorer etc. Statistiken har visat att dylika fel är vanligast förekommande i början av komponentens livstid. Man söker därför genom en viss tids drift sälla bort dylika komponenter. Det är följaktligen viktigt att materielen, innan den tas i bruk, provas en viss tid under simulerade driftförhållanden (inkörningstiden).

2.2.1.8 Intermittenta fel

Intermittenta fel är svåra att undanröja. Man söker emellertid att genom accelererade prov utmönstra komponenter med dylika fel. Samma sak gäller även för kompletta apparater; exempelvis underkastar man apparaterna skakprov för att därvid framkalla glappkontakter, vilka beror på dålig lödning, dåliga mekaniska förbindningar m m.

2.2.1.9 Trimningsfel

Under tillverkningen uppstår mekaniska och termiska spänningar hos komponenterna och i uppbyggnaden av apparaten. Efter en viss tids drift utlösas dessa spänningar, varvid en eftertrimning i allmänhet erfordras. Genom konstgjord åldring, bestående i ett antal cykler med temperaturen växlande mellan kyla och värme,

kombinerade med skakprov, kan man uppnå en tillfredsställande stabilitet vid den efterföljande trimningen.

Trimningsanordningarna bör i övrigt vara stabilt utförda. Det är vidare lämpligt att de är försedda med skala, där den ursprungliga triminställningen finns utmärkt. Härigenom undviks i många fall felinställning vid service.

Kretsutförande

2.2.1.10

För att driftsäkerheten skall bli tillfredsställande måste man se till att kretsens uppbyggnad fyller nedanstående konstruktionskriterier:

1. Kretsens data skall innehållas när samtliga komponenter ligger vid den för funktionen sämsta toleransgränsen och med livsgränsdata.

Med sämsta toleransgräns menas den avvikelse hos komponenten som är minst fördelaktig för kretsens funktion.* I vissa enkla kretsar kan man tillåta att samtliga komponenter läggs på den sämsta toleransgränsen utan att funktionen äventyras. I mera komplicerade kretsar med en mångfald komponenter kan man statistiskt räkna med att en grupp av komponenter uppnår sin toleransgräns, medan de övriga fortfarande är fördelade över toleransområdet. Därför är uppfyllandet av kriterium 1 en ingenjörsmässig kompromiss när det gäller att finna premisserna för lång livslängd hos materielen.

2. Kretsen skall icke skadas genom att någon av drivspänningarna faller ifrån; ej heller skall någon komponent därvid förstöras.
3. Eftersom alla komponenter, speciellt elektronrören, försämras med tiden bör kretsen förses med hjälpmedel som under drift möjliggör kontroll av signifikanta förändringar av komponentvärden. Man kan då i tid byta ut komponenten innan funktionsmarginalen överskrides (profylax).

Om dylik kontroll av skilda orsaker inte kan ske under drift skall den kunna utföras vid de tillfällen då rutinkontroll görs.

* Vanligen måste man härvid undersöka flera kombinationer.

Om en nedgradning av komponentens märkdata skett vid konstruktionen bör märkdata uppnås vid kontroll enligt ovan, för att man skall kunna konstatera att önskad säkerhetsfaktor förefinnes.

2.2.1.11 Marginalkontroll

Vid kontroll av funktionsmarginalerna rekommenderas att i ett diagram rita upp de olika komponenternas gränsdatavärden med deras inverkan på kretsfunktionen. Därvid bör toleransgränsernas kombinerade inverkan mätas och inritas. Man erhåller på detta sätt konturkurvor som anger gränserna för kretsfunktionen, och dennas inverkan i sin tur på apparatens funktion. För att underlätta denna undersökning, som i många fall blir mycket omfattande, kan man lämpligen införa komponenter och/eller spänningar som simulerar gränsdata.

Exempel: en oscillatorkrets.

Kretsens funktion påverkas av gränsdata hos följande komponenter:

- induktans
- avstämningsskapacitans
- återkopplingsgrad
- elektronrörets maximibränthet och livsgränshet
- glödspänningsvariationer
- anodspänningsvariationer (lägsta spänning för vilken oscillatorn startar)
- temperaturvariationer (t ex mellan -40°C och $+60^{\circ}\text{C}$)

Härvid kontrollmätas frekvensändringar och uteffekt.

2.2.1.12 Prestandadata

Vid kontrollmätning av de data som skall innehållas enligt specifikationerna för apparaten skall apparaten vara bestyckad med elektronrör med medianvärden (bogie) enligt rördatabladen (se 4.17). Således skall angivna data icke innehållas endast med rör som har initialbräntheter liggande över medianvärdet.

Nämnda data skall därjämte mätas med de normalspänningar som anges i avsnitt 2.3.

Typprovning

2.2.1.13

För att kontrollera att materielen infriar uppställda krav, även beträffande säkerhetsfaktorer och funktionsmarginaler, underkastar man apparattypen *typprovning* enligt fastställda bestämmelser, som närmare anges i kap. 3.

Leveranskontroll

2.2.1.14

Vid leveranskontrollen mäts för funktionen representativa data (se även 2.9). Genom en statistisk bearbetning av spridningen hos dessa värden får man en uppfattning om huruvida åtgärder vidtagits under tillverkningsprocessen för erhållande av tillfredsställande jämnhet. Tillverkaren skall före leverans sätta apparaterna i drift under en viss tid och med sådana yttre påkänningar som simulerar den aktuella användningen, i avsikt att därigenom framkalla initialsvagheter, vilka sålunda kan åtgärdas på ett tidigt stadium. Erfarenheten har visat att den framtida driftsäkerheten därigenom förbättras.

Mått på driftsäkerheten

2.2.1.15

Man eftersträvar att genom felrapportering från serviceverkstäder m m erhålla underlag för en statistisk bearbetning av felorsakerna. Med kännedom om drifttiden kan man då få en uppfattning om driftsäkerheten. På så sätt kan man bedöma vilka åtgärder som erfordras för att förbättra driftsäkerheten.

Som ett mått på driftsäkerheten kan därvid bestämmas ett statistiskt tidsintervall under vilket apparaten fungerat utan fel.

Man har funnit att felen på materielen fördelar sig slumpvis med tiden, men på ett sådant sätt att tidsintervallen mellan felen är exponentiellt fördelade, varvid Poissons sannolikhetsfördelning är tillämplig. Sannolikheten för en felfri användning bestäms då av

$$P_0 = e^{-t/T}$$

där P_0 är sannolikheten för felfri användning

t är antalet använda timmar

T är medelvärdet av tidsintervallen i timmar mellan uppkommande fel

e är 2,718 (basen för naturliga logaritmen).

Exempel: Vid 90% sannolikhet för att ett taktiskt företag skall kunna genomföras utan fel på materielen är $t/T = 0,105$. Vid 50% sannolikhet (krona eller klave vid slantsingling) är $t/T = 0,695$.

(Om $t = T$ är sannolikheten 36,8 %.)

En statistisk bearbetning av fel på amerikansk materiel innehållande elektronrör har givit följande tumregel (1958):

För markmateriel är $T \approx \frac{1,8 \cdot 10^4}{N}$ timmar

» marinmateriel » $T \approx \frac{1,4 \cdot 10^4}{N}$ »

» flygmateriel » $T \approx \frac{0,25 \cdot 10^4}{N}$ »

där N är totala antalet elektronrör.

Exempel: En bärbar radiostation med ett totalt antal rör $N = 20$ ger ett tidsmedelvärde mellan fel som är $T = 900$ timmar. Med 90% sannolikhet kommer denna apparattyp att fungera i 95 timmar (4 dygn) utan fel. Man har dessutom 50% chans att den skall fungera i $900 \times 0,695 = 625$ timmar (26 dygn) utan fel.

Man torde observera att en på detta sätt beräknad sannolikhet gäller för ett stort antal apparater av samma typ och under likvärdiga driftförhållanden.

2.2.1.16 Konstruktiva synpunkter

Konstruktören skall med alla medel se till att driftsäkerheten blir den bästa möjliga på teknikens nuvarande ståndpunkt. Här följer några sammanfattande synpunkter på detta arbete.

1. *Enkelt kretsutförande* med minsta uppbåd av komponenter och elektronrör skall eftersträvas. Varje komponent har nämligen en viss felfrekvens per 10 000 timmars drift, varför alltför många komponenter orsakar att felmöjligheterna hos apparaten ökar.
2. Använd företrädesvis sådana *komponenter* som man av erfarenhet vet har *god driftsäkerhet*.
3. Kontrollera funktionen med komponenter och rör med livsgränsdata (*marginalkontroll*).
4. Använd föreskriven *nedgradering* från märkdata (minst 70 %). Kompensera kända svagheter hos komponenterna genom lämplig kretsutformning.
5. Undersök funktionen vid *driftgränserna*, även när det gäller vibrationer, chockpåkänningar, temperatur- och fuktpåkänningar.
6. Håll drifttemperaturen hos komponenter (även rör och transistorer m m) så låg som möjligt.
7. Använd en teknisk lösning som ökar driftsäkerheten, exempelvis genom att begagna magnetiska förstärkare och halvledare i stället för elektronrör, där så är möjligt.
8. Utför konstruktionen på sådant sätt att komponenter med känd *kort livslängd* lätt kan utbytas. Hit kan räknas magnetroner, tyatroner, vissa andra mikrovågskomponenter och en del elektromekaniska komponenter.
9. Använd en viss grad av redundans, om driftsäkerhet icke kan ernås genom konstruktiva åtgärder; speciellt gäller detta komplicerade apparatsystem med stort antal komponenter. Detta kan åstadkommas exempelvis genom dubbling av kretsar och enheter, som eventuellt automatiskt ersätter varandra vid fel (modulkonstruktion, se avsnitt 7).
10. Förse apparaterna med signalanordningar som indikerar funktionsfel.

2.2.2 Temperaturpåverkan

2.2.2.1 Allmänt

Av stor betydelse för materielens driftsäkerhet och livslängd är den temperatur vid vilken komponenterna kommer att arbeta. För praktiskt taget varje komponenttyp föreskrivs en maximitemperatur, som är avgörande för dess livslängd. Genom nedgradning av märkdata söker man öka livslängden utöver den som anges av fabrikanten. För hög arbetstemperatur förkortar sålunda livslängden och orsakar fel som inte säkert framkommer vid typprovningen, eftersom denna i allmänhet sker under relativt kort tid. Att i efterhand eliminera dylika fel i apparaten kan medföra betydande svårigheter. Drifttemperaturen hos en komponent är beroende av:

- den yttre omgivningstemperaturen
- den inre omgivningstemperaturen (temperaturen inuti apparaten)
- egenuppvärmningen under drift

Den yttre omgivningstemperaturen kan i fri atmosfär uppgå till $+40^{\circ}\text{C}$, men kan avsevärt överskridas i speciella fall. Den inre omgivningstemperaturen, som adderas till den yttre, är beroende av de värmealstrande komponenterna i apparaten, såsom rör, transformatorer och motstånd. Komponentens temperatur, som adderas till de övriga nämnda, beror på energiutvecklingen i komponenten.

För att komponentens temperatur skall kunna begränsas till godtagbara värden måste komponenternas placering i förhållande till varandra och till omgivningen (kylaren) vara väl genomtänkt. Kravet på kompakt uppbyggnad för att nedbringa vikt och volym ökar svårigheterna. I en del fall måste man tillgripa artificiell kylning genom fläktar för att effektivt bortföra värmen ur apparaterna.

Materielen skall även fungera vid låga yttre omgivningstemperaturer. Vissa komponenter, såsom elektrolytkondensatorer, uppvisar därvid försämrade elektriska egenskaper. Störningar i materielens mekaniska funktion kan uppträda, exempelvis kärvning eller låsning av manöverorgan, motorer, omkopplare, ofta beroende på

olämplig dimensionering och användning av olämpliga smörjmedel.

Av fukt orsakad isbildning kan åstadkomma fastlåsning av manöverorgan samt osäker kontaktverkan hos anslutningsdon, reläer och omkopplare.

Stora temperaturvariationer påverkar dessutom stabiliteten hos frekvensbestämmande kretsar, t ex oscillatorer. Vissa isoler-material, såsom gummi, plast och impregneringsmedel, blir hårda och sköra i köld, med sprickbildning som följd, vilket i sin tur medför att fukt kan intränga.

Med hänsyn till den avsedda användningen indelas materielen i olika temperaturklasser med angivande av det temperaturintervall inom vilket materielen skall fungera tillfredsställande. Dessa temperaturklasser är angivna i avsnitt 2.3. Temperaturen kontrolleras i samband med typprovningsen, kap. 3.

Synpunkter på värmebortledning

2.2.2.2

Driftsäkerheten fordrar att komponenttemperaturen hålls låg. Kravet på kompakt och tillslutning mot fukt omöjliggör ofta användning av luftcirkulation för att bortleda värmten.

Värme bortföres genom ledning, konvektion och strålning. Under normala förhållanden har de angivna metoderna i stort sett samma betydelse. Tidigare användes mest värmebortföring genom konvektion, eftersom drifttemperaturen var relativt låg och strålningen, som är starkt avhängig av temperaturskillnader till omgivningen, sålunda var mindre betydande. Genom att apparatorleken minskas begränsas i hög grad möjligheten att avleda värme genom ledning och konvektion. Hermetisk tillslutning av apparaterna minskar likaså möjligheten till värmeavledning genom konvektion.

För att värmeavledningen genom ledning skall bli tillfredsställande måste goda värmeledande material användas och värmekontakten mellan de delar som ingår i värmeströmmen vara god. I många fall har man icke insett och utnyttjat principen att hålla

den termiska kontaktresistansen låg. Eftersom den termiska ledningsförmågan är omvänt proportionell mot ledningslängden och direkt proportionell mot tvärsnittet kommer, om apparatens storlek minskas, ledningsförmågan att sjunka linjärt. I många fall omges det varma elementet endast av luft, vars ledningsförmåga är relativt låg i förhållande till metallernas. Vätgas har ca 8 gånger större ledningsförmåga än luft och ungefär samma ledningsförmåga som olja, men i motsats till oljan ökar den inte vikten och erfordrar inte något expansionskärl. Vidare släpper vätgasen genom strålning; till höljet överförs därför värmets direkt från det värmegivande elementet.

Strålningen ökar kraftigt vid ökad temperaturskillnad och möjliggör god värmeavgivning under förutsättning att komponenter med tillåten högre drifttemperatur kan framställas.

Nedan följer en sammanställning av olika faktorer som påverkar värmebortledningen.

Ökning av ledningsförmågan

1. God termisk kontakt, vilket betyder icke-oxiderande kontaktytor, svetsade eller hårdlödda fogar i stället för skruv- och nitförbindningar, användning av strumpor i stället för metallstrimlor, högt tryck och stora kontaktytor.
2. Användning av material med god ledningsförmåga, såsom koppar och aluminium.
3. Användning av olja, syntetisk kylvätska eller vätgas som värmeledare.
4. Avledning av värmets till en relativt stor massa, *kylaren*, varvid det värmealstrande elementet skall placeras så nära kylaren som möjligt, dvs så nära apparatens väggar som möjligt.

Ökning av strålningen

1. Material med god värmeemittering och absorption bör användas. Vissa material kan i detta avseende vara avsevärt bättre

än andra. Exempelvis är utstrålning från polerat aluminium mycket sämre än från oxiderat stål. Material med hög emitteringsförmåga är oxiderade stålytor, målade ytor och artificiellt korroderade ytor. Matterede (blästrade) ytor, överdragna med matt svart färg (t ex på kemisk väg) rekommenderas. Material med låg strålnings- och absorptionsförmåga är valsad aluminium, blankpläterade föremål och kallbearbetade ytor i allmänhet.

2. Strålningen kan ökas genom höjning av temperaturen på det värmealstrande elementet eller sänkning av temperaturen hos det föremål som skall uppta strålningen.
3. Den utstrålade och den mottagande ytan skall placeras så i förhållande till varandra att tillbakarefleksion förhindras.
4. Blanka reflekterande ytor utnyttjas för att skydda värmekänsliga komponenter för strålningen från komponenter med hög arbetstemperatur.

Ökning av konvektionen

1. Konvektionen kan ökas genom höjning av hastigheten hos den luft som bestryker ytan, så att där inte uppstår stagnation eller bildas värmefickor.
2. Vid kylning med hög lufthastighet är det av betydelse att luftstrålen riktas så, att den stryker över ytan och inte lämnar några partier orörda. Ytan skall ha god termisk ledningsförmåga.
3. I vissa fall måste luftstrålen vara nedkyld för att förbättra avledningen.
4. Komprimerad luft i ett slutet system erfordrar inga luftfilter, och luften kan pressas genom små öppningar och riktas. Apparaten kan även sättas under övertryck, vilket i en del fall är en fördel.

2.2.2.3 Konstruktiva synpunkter

Apparaten skall vara så konstruerad att bortledningen av värmets sker längs definierade och kontrollerbara vägar till höljet eller annan kylare.

Värmekänsliga delar skall placeras uppströms i flödet från kylmedlet i förhållande till värmeproducerande delar. När forcerad konvektion används skall denna ske i sådan riktning att konvektionsströmning underlättas.

Inre delar vilkas egenskaper försämras genom beläggning av sot, damm, insekter e d skall skyddas för direkt kontakt med luftströmmen genom inneslutning eller lämpligt utformad avvisare.

Vid ventilation genom öppningar, gälar o d skall dessa ha sådana dimensioner och vara så placerade och utförda att radiofrekvent strålning förhindras. Skorstensverkan eftersträvas. Några ventilationsöppningar skall icke tas upp på översidan av apparaten eller på frontpanelen utan att detta godkänts av beställaren.

Vid forcerad luftkylning skall luftfilter finnas vid varje luftintag, och de skall vara fastsatta på sådant sätt att de lätt kan tas loss för rengöring. Storlek och monteringsmetod skall godkännas av beställaren.

Vid användning av värmeväxlare (luft-luft, olja-luft eller vatten-luft) i tillslutna apparater eller enheter skall värmeväxlarens utförande godkännas av beställaren.

Valet av kylningsmetod bestäms av den mängd värme som alstras i apparatenheten. Följande siffervärden rekommenderas:

1. Om värmealstringen utgör högst 3 W/dm^2 mantelyta vid normalt atmosfärtryck skall naturlig värmebortledning utnyttjas. 3 W/dm^2 motsvarar dock en temperaturstegring av 50° C över rumstemperatur.
2. Inom områden $3\text{--}30 \text{ W/dm}^2$ bör forcerad kylning användas.
3. Över 30 W/dm^2 bör värmeväxlare med vatten eller olja användas. Värmeavledning medelst metallbanor bör därjämte åstadkommas.

Samma förhållande gäller också för kylningsmetoder som utnyttjar kylmedlets ångbildning.

Metoder för kontroll av temperaturegenskaperna

2.2.2.4

Materielens funktion och motståndskraft vid yttre påkänningar kontrolleras normalt genom laboratoriemässigt utförda prov. Därvid har man kommit fram till standardiserade provningsmetoder av olika svårighetsgrad, avpassade till de miljöpåkänningar som uppträder under normal användning.

Vid temperaturprovning undersöks materielens funktion vid

- a) *rumstemperatur*, egenuppvärmningsprov.

Därvid kontrolleras funktionen från det ögonblick apparaten sätts i drift till dess att temperaturen stabiliserats. Temperaturen mäts då på kritiska punkter, och de erhållna mätvärdena uppträds som funktion av drifttiden.

- b) vid den *högsta* omgivningstemperaturen.

Apparaten placeras i ett värmeskåp och sätts i drift sedan temperaturstabilisering uppnåtts. Funktionsegenskaperna mäts som under a.

- c) vid den *lägsta* omgivningstemperaturen.

Apparaten får därvid stå i kylskåp så länge att den antar omgivningstemperaturen. Sedan sätts den i gång och undersöks som i a och b.

En annan metod består däri att man låter apparaten undergå ett fuktprov före köldprovet. Därigenom erhålls en tunn isbeläggning, som kan äventyra funktionen.

Normalt låter man såväl den högsta som den lägsta omgivningstemperaturen gradvis närma sig rumstemperaturen för kontroll av funktionen mellan temperaturgränserna.

- d) Utöver dessa driftprov kontrolleras temperaturresistensen hos materielen vid 70–80° C. Härvid skall bli impregneringsmedel inte flyta omkring och apparaten i övrigt inte ta skada.
- e) Dessutom utförs ett *lagringsprov* vid låga temperaturer, — 40° C och — 50° C. Apparaten får inte skadas vid detta prov.
- f) Genom upprepade *växlingar* mellan hög och låg temperatur kontrollerar man att datavärdena inte ändras.

2.2.3 Fuktpåverkan

2.2.3.1 Allmänt om fuktpåverkan på material

Valet och utnyttjandet av material för konstruktion av elektronisk materiel skall göras omsorgsfullt med tanke på att materielen skall fungera driftsäkert under svåra klimatiska förhållanden. Fuktsorption (gemensam beteckning för absorption, fuktinträngning, och adsorption, fuktvidhäftning) är en av huvudorsakerna till försämringen av material som utsätts för fuktpåverkan. Fukt åstadkommer inte endast en fysikalisk försämring, såsom korrosion av metaller, svällning och brott på absorberande material och rötangrepp på organiska material, utan även en allvarlig nedsättning av de isolerande egenskaperna. Korrosion hos metaller verkar nedbrytande icke blott på den mekaniska uppbyggnaden utan även på den elektriska isolationen. Vissa isolermaterial, fiber, laminat, nylon m fl, är hygroskopiska och absorberar fukt. Även om en försämring av isolationsegenskaperna därvid kan godtas så förändras ändå materialens form, vilket kan äventyra funktionen. Exempel härpå är att kontaktläget hos reläer ändrar sig, att diametern på nylonaxlar ökar, så att låsning sker i lager, att rörsocklar av bakelit lossnar från glasballongerna.

Vid samma grad av fuktighet och vid uppnått fortfarighetstillstånd absorberar vegetabiliska och animaliska material, såsom textilier, läder, kork, papper, kartong och trä fukt lättare och i större mängder än de flesta organiska material, som är mer lämpade för tillverkning av elektronisk materiel.

Rötangrepp i form av mögelbildning utgör en sekundär effekt, framkallad genom lång tids påverkan av fukt. Mögelsvamparna påskyndar förstörelsen genom att förtära materialet på vilket de växer, och genom alstring av organiska syror och ammoniak, vilka med fukten bildar elektrolyt, ökas den elektriska läckningen och förlustfaktorn samt underlättas korrosionen hos metaller. Om mögelbildningen får växa avsevärt blir tillståndet hos apparaten sämre än vad som enbart fukten åstadkommer. Material som är särskilt mottagliga för mögelangrepp är av vegetabiliskt och animaliskt ursprung och innehåller cellulosa och protein.

Till elektronisk utrustning skall man därför undvika att använda material som underlättar mögelbildning. Härvid elimineras automatiskt även fuktabsorberande material. Textil och papper används vid tillverkning av bakelitiserade plattor och trämjöl som fyllnad vid bakelitpressgjutningar. Dessa ämnen absorberar så småningom fukt, vilket kan medföra att plattorna sväller och sprängs sönder. För att dylika material skall bli så fuktresistenta som möjligt skall lägsta procent fyllnad användas utan att de mekaniska och tillverkningstekniska egenskaperna försämras. Laminat skall innehålla just så mycket papper som behövs för att tillåta stansning i en press med hjälp av förupphetning.

De elektriska egenskaper som försämras när material utsätts för fukt är isolationsresistansen, dielektricitetskonstanten, förlustfaktorn och spänningshållfastheten. Isolationsresistansen är kanske den viktigaste; den är en funktion av den relativa fukthalten. Vissa organiska material uppvisar goda egenskaper i fukt och erfordrar i allmänhet inget speciellt fuktskydd. Fenolhartser med mineralfyllnad, såsom glimmer, har mycket bättre fuktresistens än dylika med organiska fyllnadsämnen, men de har mindre mekanisk hållfasthet. Polystyren och polymetylmetakrylat (plexiglas) bibehåller sin höga resistens i fukt, och kan användas då temperaturen inte överskrider 50—60° C. För anslutningskablar och ledningar, där böjlighet är av betydelse, är gummi, polyvinylklorid och polyeten goda material.

De isolermaterial som är mest resistenta mot fukt är glas och glacerad keramik, vilka i förening med metall tillåter konstruktion av hermetiskt tillslutna enheter. Även om glas och keramik inte absorberar fukt erfordrar de ytbehandling för att läckning utefter ytan skall förhindras. Dylik ytbehandling kan utgöras av silikon-kompound, som är fuktavvisande.

En undersökning av korrosionsangreppen visar att dessa lättast uppstår där fukten har tillfälle att under relativt lång tid stanna kvar i springor vid hopfogningsställena, i dåligt ventilerade utrymmen och speciellt i ofullständigt tillslutna delar. Fukten får tillträde till dessa utrymmen och mättar till sist luften där, medan avdunstningen förhindras. Fukten blir då kvar under lång tid, och

försäkras korrosion av metaller och förstöring av andra material. Mycket svår korrosion uppstår vid överlappställena på plåt vid punktsvetsning, varvid springor bildas, som inneslänger fukten. Vid punktsvetsningen förstörs ytbehandlingen. Görs ytbehandlingen *efter* punktsvetsningen är det svårt att få bort den syra som används vid betningen före ytbehandlingen. I detta fall kan man vänta sig än värre korrosion. Dessa svårigheter undviks genom sömsvetsning utan överlappning med efterföljande ytbehandling.

2.2.3.2 Fuktskydd genom lackering och impregnering

Absorberande och fukt känsliga material kan temporärt skyddas för fuktangrepp om de överdras med fernissor, lacker, vaxer och bitumen. Dylka fukt skydd är dock i viss mån genomsläppliga för fukt och kan inte förhindra att underlagets fuktabsorption intar ett visst jämviktsläge om fukten får verka under mycket lång tid. Om tjockleken är lämplig och hål, sprickor och blåsor saknas kan absorptions hastigheten hos underliggande material reduceras med en faktor av 100 eller 1 000. Ändamålet med dessa fukt skydd är att stabilisera fuktinnehållet till ett acceptabelt medelvärde, beräknat under en tid av en vecka eller en månad. De utjämnar de stora variationer som annars skulle ha erhållits om fuktigheten i omgivningen växlat kraftigt.

Nackdelarna hos dylka fukt skydd är deras mekaniska och termiska karakteristika, speciellt med hänsyn till deras sprödhet vid låga temperaturer och till svårigheten att erhålla ett material som har tillräckligt hög mjukningstemperatur för att fordringarna i apparatspecifikationerna skall kunna innehållas. Vaxöverdrag tenderar att brytas vid vibrationer och stötar eller vid expansion hos det underliggande materialet. Bivax som utsätts för kyla får sprickor genom vilka fukten kan passera, och är därför olämpligt som fukt skydd.

Jordvaxer, bitumen, är mest användbara som impregnering och komposit för transformatorer, induktorer och dylka komponenter. Ugnslacker, speciellt av fenolhartstyp, har visat sig användbara för lackering av isolerande material, eftersom de förblir hårda även vid hög temperatur och fäster bra vid de flesta ytor.

Fernissor är inte lämpliga för djupimpregnering av spolar och lindningar, eftersom det är svårt att bortföra lösningsmedlet, vilket lätt blir inneslutet och även kan lösa upp lacken på tråden.

Epoxihartser, araldit, har den fördelen att de fäster bra på underlaget, varvid god tätning erhålls omkring tilledningstrådar, men är i viss utsträckning fuktgenomträngliga. Den nackdelen kan emellertid uppvägas genom val av lämpliga tillsatsämnen.

Fuktskyddsmedlet skall alltid väljas med hänsyn till den komponent som skall skyddas. Det har t ex konstaterats att vissa fernissor och vaxer orsakar korrosion på kopparrådar som har likspänningspotential. Vissa cellulosamaterial orsakar dylik korrosion. Undersökningar har visat att korrosion av en kopparanod huvudsakligen beror på affiniteten för vatten hos det isolationsmaterial som är i kontakt med kopparn. Korrosionsangreppet beror på läckströmmen genom isoleringen. Om läckströmmen vid fuktprov visar sig öka är det risk för att kopparledaren korroderar.

Material med avsevärd korrosion är oljesiden, presspan, pressboard, fiber, fenolharts med trämjölsfyllnad och pappersfyllnad, shellack i alkohollösning samt vissa alkyder. Bivax, bivaxhartslösningar, ullvax uppvisar ansevärd korrosion på grund av föroreningar som har affinitet för vatten.

Korrosion av detta slag observeras inte vid icke-polära material, som har liten affinitet för vatten, exempelvis paraffinvax, ceresinvax, bitumen, polyeten, polystyren. Polyvinylklorid, naturgummi, glasfiberväv, impregnerad med silikonlack, fenolhartsacker m fl uppvisar föga eller ingen korrosion. Liknande korrosionsproblem har man att räkna med vid fuktskyddsöverdrag på trådlindade motstånd.

Beträffande fuktskydd för metaller hänvisas till kap 6.

Fuktskydd genom hermetisk tillslutning

2.2.3.3

Med hermetisk tillslutning menas här en förslutning som helt förhindrar att luft läcker in i en apparat. Lufttäteten är av betydelse för förhindrande av fukttransmission och andning, eftersom vattenångans molekyl är av ungefär samma storlek som hos syre

eller kväve. Det är viktigt att alla detaljer är torra vid hermetisk tillslutning och att luften är torkad, eftersom närvaro av fukt efteråt kan ge en hög relativ fukthalt på grund av partiell förångning.

Hermetisk tillslutning kan ske på följande sätt:

1. Helglasttillslutning, såsom vid elektronrör.
2. Hoplödning av plåtburkar med genomföringsisolatorer av glas eller keramik, i sin tur lödda till plåtburken.
I vissa fall kan annan motsvarande tätning anses tillfredsställande.
3. Ingjutning i fuktsäker isolerande massa med eller utan hölje.
Höljet kan därvid underlätta den mekaniska konstruktionen och bidra till avledning av värmet (kylare).

Hermetisk tillslutning synes vara det effektivaste fuktskyddet. Konstruktionen skall emellertid vara så utförd att tätheten består vid de temperaturpåkänningar och mekaniska påkänningar som föreskrivs i apparatspecifikationerna. På den massa eller komponent som används vid ingjutning av komponenterna ställs följande krav: hög isolation, låg dielektricitetskonstant, stabilitet vid höga och låga temperaturer, en utvidgningskoefficient som överensstämmer med komponenternas eller med plastiska egenskaper samt stabilitet med tiden. Dessutom skall värmeavledningen vara god. Man tillgriper i en del fall den utvägen att före ingjutningen belägga ömtåliga komponenter med en kompressibel massa för att inte skadliga tryckpåkänningar skall uppstå vid temperaturändringar.

Vid hermetisk tillslutning av ett antal komponenter inom samma hölje bör hänsyn tas till driftsäkerheten hos de ingående komponenterna, eftersom ett utbyte av en svag komponent i detta fall oftast medför att hela enheten måste bytas, vilket kan orsaka höga servicekostnader. En dylik sammanlagring av ett antal komponenter inom samma hölje bör därför underställas beställaren för godkännande.

Fuktskydd genom tillslutning medelst packningar

2.2.3.4

Tillslutning med packningar används antingen för en viss kritisk komponent eller för hela apparaten. Apparaten metallhöljen tätas i förhållande till varandra medelst packningar, vanligen av syntetiskt gummi. En dylik tätning är emellertid inte absolut, och med tiden sker ett visst luftutbyte med omgivningen till följd av lufttrycksvariationer, varvid så småningom den relativa fukthalten i apparatens inre ökar, så att tom kondensat bildas. För att en dylik förslutning skall vara tillfredsställande som fuktskydd måste ett fuktabsorberande medel finnas tillgängligt, vanligen silikagel. Torkmedlet förses med ett färgreagens som anger torkmedlets fuktillstånd och placeras i en kapsel med fönster så att fuktillståndet kan avläsas utan att apparaten behöver öppnas. Silikagelkapseln kan skruvas loss och reaktiveras genom uppvärmning, vilket bör ske med regelbundna tidsintervall. Silikagel kan absorbera vatten upp till 40 % av sin torrsvikt utan att relativa fukthalten överstiger 80 %. En liter torr luft vid 30° C mätas vid absorbering av 30 milligram vatten, men 10 gram aktiverad silikagel, placerad i samma volym, skulle tillåta ända upp till 3 gram vatten utan att relativa fukthalten överstiger 70 %.

Vid tillverkningen skall varje apparat kontrolleras med avseende på tätheten. Täthetsprov och krav på täthet anges i kapitel 3.10. Vid tillverkning och service skall apparaten grundligt genomspolas med torr luft.

Konstruktiva synpunkter på utförande av packningar anges i kapitel 8.2.2.

Apparater som är utrustade med forcerad kylning genom värmväxlare, vanligtvis till höljet, skall underkastas täthetsprov samt förses med torr luft och torkmedel.

I anslutningskontakter försedda med gummitätningar utfälls vid längre tids användning kondensat i kopplingsutrymmet, vilket försämrar isolationen. Utrymmet bör därför fyllas med tiokol eller ceresinvax eller lämplig komponent.

Om apparater eller tillbehör inte kan utrustas med torkmedel bör de förses med dräneringshål genom vilket kondensat kan avrinna.

2.2.3.5 Fuktskydd genom luftkonditionering

Härvid hålls apparatens inre fritt från fukt genom kontinuerlig tillförsel av ren och torr luft. Luften får därvid passera ett luftfilter för rengöring och en dehydrator (torkanläggning) för borttagande av fuktigheten. Dehydratorn, vanligen innehållande silikagel som torkmedel, är dubbelverkande i det att den aktiva massan genomströmmas av luften, medan den andra, som tidigare absorberat fukt, reaktiveras genom upphettning. Luftströmningen kan försiggå antingen i ett helt öppet system, då luften efter att ha passerat genom apparaten går ut i det fria, eller i ett helt eller delvis slutet system, då samma luftmassa, eventuellt efter nedkylning, åter får strömma igenom apparaten.

2.2.3.6 Fuktskydd genom ventilation

Om höljet för en apparat eller en komponent inte kan göras fukttätt skall det utföras så att fukten kan drivas ut genom avrinning och fri ventilation. Fickor i vilka vatten kan kvarstanna förses med dräneringshål i lägsta punkten. Platta ytor skall lutas så att avrinning kan ske.

Skärmar o d bör placeras vertikalt så att damm inte lägger sig på ytan. Damm är bemängt med fukt och ökar den elektriska läckningen och innehåller dessutom i allmänhet bakterier som orsakar mögelbildning.

Plaströr o d kan bilda vattenfickor och bör förses med tätt liggande hål.

Kopplingsplintar som består av två eller flera mot varandra liggande plattor bildar mellan sig en fuktfilm som försämrar isolationen. Kopplingsplinten bör därför utgöras av en enda platta. Av samma orsak skall kopplingsplinten förläggas fritt från närliggande plåt.

För att ventilationen skall bli tillfredsställande bör luftströmmen utsättas för minsta möjliga motstånd på sin väg genom apparaten. Skorstensverkan skall eftersträvas. Öppningar på översidan av apparaten bör undvikas. Öppningar (gälar) bör utföras, så att insekter hindras tränga in i apparaten. I vissa fall måste radiostrålning genom öppningarna förhindras.

Allmänna krav på fuktresistens hos materielen

2.2.3.7

1. I en omgivning med en relativ fukthalt av 95—100 % skall apparaten, vid såväl kontinuerlig som intermittent drift, inklusive de fall då kondensation uppträder på och inuti apparaten i form av vatten, frost eller is, i alla avseenden fungera tillfredsställande.
2. Ytbehandling och målning skall vara så utförd att fuktangrepp inte åstadkommer korrosion på metaller eller förstöring av den målade ytan.
3. Apparaten skall vara uppbyggd av fuktsäkra komponenter.
4. Fuktabsorberande material skall icke användas.
5. Lödning skall utföras med syrafritt flussmedel.
6. Yttre fuktskydd i form av hermetisk tillslutning, tillslutning medelst packningar samt luftkonditionering skall överenskommas med beställaren.
7. Apparaten skall underkastas fuktprovning, som anges i kapitel 3.5.

Metoder för kontroll av fuktresistens

2.2.3.8

För kontroll av fuktresistens placeras materielen i ett fuktskåp, som hålls vid en temperatur av + 55° C. Den relativa fukthalten varierar mellan 95 % och 100 %, så att dagpunkten överskrids, varigenom tidvis kondensat utfälles. Provet fortgår under 48 timmar, i en del fall 72 timmar. Eftersom fuktprovet sålunda är av relativt kort varaktighet skall apparatens höljen vara avtagna. Apparaten får icke vara i drift.

Efter det att apparaten tagits ut ur fuktskåpet får den svalna i rumstemperatur; under denna tid får vattendroppar avtorkas och avskakas. Ett driftprov görs 15 minuter efter det att man tagit ut apparaten ur skåpet. Vid denna tidpunkt kvarligger en fuktfilm över alla ytor i apparaten. Apparaten frångöms och får stå i rumsatmosfär i 4 timmar, då i allmänhet ytfukten avgått, medan fukt som eventuellt inträngt i dielektrikum ej hunnit avgå. Apparaten sätts därefter i drift, varvid den skall uppvisa samma egenskaper som före fuktprovet.

2.2.4 Mekaniska påkänningar

2.2.4.1 De mekaniska påkänningarna påverkar materielen vid transport, normal användning och service. Påkänningarna överförs till apparaten genom fastsättningsanordningarna och genom luften som omger apparaten, akustiska påkänningar. Påkänningar kan även förorsakas av mekaniska (akustiska) anordningar inuti apparaten. Vid handhavandet av materielen uppstår därjämte slitage av ingående detaljer, enheter och tillbehör. Vid service utsätts materielen vidare för påkänningar där svårighetsgraden är beroende av servicemannens skicklighet, verktygsutrustningens och apparatens anpassning för service.

Eftersom den mekaniska uppbyggnaden skall utgöra en grundval för de elektroniska funktionerna måste den ägnas största uppmärksamhet med hänsyn dels till funktionsstabiliteten, dels till den mekaniska hållfastheten.

2.2.4.2 De mekaniska påkänningarna kan alltefter det sätt på vilket de alstras indelas i följande grupper (gränsdragningen är dock i många fall besvärlig):

- a) Kraftpåkänningar (rotationskrafter) i samband med hastighetsändringar, *statisk acceleration*. Dessa påkänningar är vanligast hos luftburen materiel och förekommer exempelvis vid utskjutning av projektiler och robotar. Påkänningarna, som anges i g-enheter ($1 g = 9,81 \text{ m/sek}^2 = \text{jordacceleration}$), är vanligen av engångskaraktär.
- b) *Vibrationspåkänningar* av periodisk eller icke-periodisk karaktär orsakas av transportpåkänningar eller påverkan av vibrationer från apparater i samma installation. De karaktäriseras av frekvens och amplitud (g-värde) och bildar oftast frekvensområden inom vilka amplituderna varierar (ofta slumpartat fördelade). Vibrationerna kan åstadkomma funktionsrubbingar hos ingående komponenter genom att dessa exciteras på sin egen resonansfrekvens, varvid vibrationsamplituden hos komponenten eller i denna ingående detaljer blir så stor att funktionsfel uppstår. De kan också förorsaka brott genom utmattning, då detaljer genom långvarig excitering utsätts för ett stort antal lastväxlingar.

- c) *Skakpåkänningar*, som karaktäriseras av snabba förskjutningar av de ingående detaljerna, varvid dessa i bästa fall återtar sina ursprungliga lägen under egenresonansvibrationer. Funktionsrubbnings- och, vid upprepade skakpåkänningar, utmattningsbrott kan därvid bli följden. Skakpåkänningar är vanligast förekommande vid fordonstransporter av olika slag.
- d) *Chockpåkänningar* är vanligen av engångskaraktär och yttrar sig som en snabb och kraftig lägesförflyttning. Påkänningarna kan därvid vara så kraftiga att en kvarstående deformation uppstår eller detaljer slits loss. Påkänningar av detta slag uppkommer i samband med transporter (materielen kastas eller tappas mot hårt underlag), vid projektilanslag eller explosioner i apparatens närhet.
- e) *Slitage* uppstår på elektromekaniska anordningar, såsom mar-överdon, kuggväxlar, lager, borstkol, reläkontakter, anslutningsdon, apparatkablar, antennutrustning, elektronrör, vilket med tiden verkar störande på den elektriska funktionen och driftsäkerheten. Förslitning orsakas också av vibrationer. Exempel härpå är att muttrar som skall fasthålla två massor skakas loss. Skruven utgör därvid den elastiska delen av en mekanisk svängningskrets, vilken vid vibrationer utför rörelser. Den relativa rörelsen mellan mutter och skruv orsakar att gången nöts, vilket i sin tur medför att muttern gängar upp sig.

Mekaniska skadeverkningar

2.2.4.3

Mekaniska skadeverkningar till följd av mekaniska påkänningar tar sig ofta uttryck i att nitförband och svetsningar lossnar, skruvar, muttrar och komponenter skakas loss, ledningar bryts på grund av dåligt fixerad ledningsdragnings, kortslutning sker genom avnötning av isolationen på grund av olämplig ledningsdragnings. Utmattningsbrott kan uppstå vid olämplig dimensionering av stommen, speciellt vid montering av tunga komponenter, såsom transformatorer. Skadeverkningar kan även förorsakas av att komponenter icke har tillräcklig rörelsefrihet vid chockpåkänningar. I samband härmed avslites eller utmattas ofta ledningar som elektriskt förbinder dylika enheter vid olämplig ledningsförläggning.

Vibrationer kan orsaka att organ för inställning av datavärde (t ex frekvens) rubbas ur sina lägen på grund av otillräcklig friktion eller låsning. Elektronrör, enheter och kabelanslutningar kan skakas loss på grund av otillräcklig låsning.

2.2.4.4 Elektriska funktionsstörningar

Elektriska funktionsstörningar orsakade av mekaniska påkänningar kan yttra sig i form av störmodulation, amplitud- eller frekvensmodulation, mikrofoner på grund av den mekaniska instabiliteten hos ingående komponenter och kretsar. Besvärade funktionsstörningar kan uppstå genom att kontaktpunkter hos reläer och omkopplare råkar i resonans med vibrationerna eller chockerna.

2.2.4.5 Synpunkter på utmattningspåkänningar

Utmattningsbrott uppstår genom långvarig påverkan av mekaniska vibrationer eller slag. Vibrationspåkänningarna åstadkommer en periodisk rörelse hos materialet, varvid detta utsätts för riktningväxlande påkänningar, eftersom detta praktiskt taget alltid ingår som elastiskt element i ett vibrerande system, som tillsammans med den ingående massan ger en eller flera egenresonansfrekvenser. Den mekaniska dämpningen av ett dylikt vibrerande system är normalt mycket låg, varför systemet utför ett stort antal svängningar med fallande amplitud efter en yttre stötexcitering.

I de fall då de utifrån verkande vibrationernas frekvens överensstämmer med resonansfrekvensen hos det svängande systemet erfordras endast en liten amplitud (lågt g-värde) för att systemets amplitud skall växa till höga värden och snabbare leda till utmattningsbrott eller funktionsrubbingar.

Vid dimensionering av hållfastheten i ett statiskt system (i vila) utgår man från uppgifter om materialets hållfasthet vid exempelvis dragprov. Därvid medtas vissa säkerhetsfaktorer. Ett annat förhållande råder vid de växelvisa belastningarna hos vibrerande system. Vid praktiska prov har det visat sig att hållfasthetssiffrorna då är avsevärt lägre, beroende på att materialet gradvis utmattas.

På bild 2.2.4-1 visas det ungefärliga sambandet mellan påkänningen och antalet upprepade riktningväxlande belastningar som behövs

för utmattningsbrott. Av diagrammet framgår sålunda att de använda hållfasthetssiffrorna måste bestämmas efter de dynamiska påkänningarna. En god tumregel är att utnyttja högst 30 % av de för statisk belastning angivna hållfasthetsvärdena.

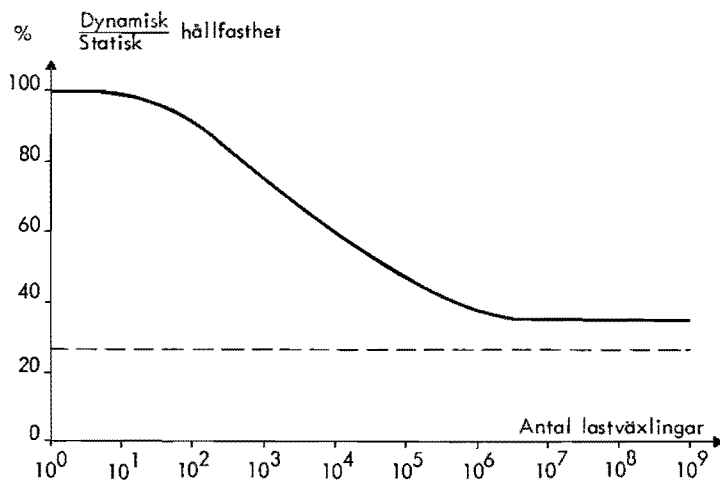


Bild 2.2.4-1.

Sambandet mellan mekanisk påkänning och antalet lastväxlingar för erhållande av utmattningsbrott

Av stor betydelse för den dynamiska hållfastheten är ytbeskaffenhets hos materialet. En polerad och väl tätad yta förbättrar hållfastheten, medan en grov och korroderad yta har motsatt verkan. Erfarenheten har därjämte visat att hållfastheten försämras då materialet utsätts för kyla.

I detta sammanhang bör påpekas att den vätesprödhet som uppstår efter galvanisk ytbehandling (t ex elförzinkning) måste elimineras.

Skarpa övergångar vid dimensionsändringar (t ex vid spårtagning i en axel) skall undvikas. Bockningsradierna får icke vara för små (s k skönhetsbockningar är av ondo). Vidare skall valsriktningen vid bockning av plåtmaterial noggrant iakttas, rullad skruvgänga föredras framför skuren etc.

Allmänt kan sägas att alla mekaniska förbindningar vid den konstruktiva utformningen skall utföras så, att diskontinuiteter och spänningskoncentrationer undviks.

2.2.4.6 Konstruktiva synpunkter

Av det ovan sagda framgår att man ovillkorligen måste ta hänsyn även till den *dynamiska* påkänningen vid den konstruktiva utformningen. Ingående material skall på teknologiskt bästa sätt utnyttjas för att hållfastheten skall bli tillfredsställande. Klumpiga och därmed tunga konstruktioner befordrar icke den dynamiska hållfastheten.

Redan från början bör man omsorgsfullt överväga vad kraven på mekanisk hållfasthet kommer att betyda för konstruktionen. Kraven uttrycks lämpligen siffermässigt, enligt nedan:

- a) statisk acceleration som g-värde och varaktighet
- b) vibrationspåkänningar som frekvens (frekvensområden) och amplituder
- c) stöt- och skakpåkänningar som g-värden och varaktighet (stötens frekvensområde)
- d) chockpåkänningar som g-värden och varaktighet

I praktiken är det ofta svårt att erhålla erforderliga uppgifter om dessa påkänningar. Då man emellertid har att utföra konstruktionen så, att säkerhetsfaktorerna blir tillfredsställande måste man vidta alla åtgärder som tekniskt och ekonomiskt är rimliga. För detta ändamål har mekaniska provningsutrustningar konstruerats, medelst vilka de mekaniska påkänningarna bestäms.

Vid val av komponenter för konstruktionen skall dessas elektriska och mekaniska egenskaper noggrant undersökas. Från mekanisk synpunkt bör uppgifter om komponenternas samt fästanordningarnas resonansfrekvens (-er) och dämpning anskaffas. Hållfasthets-siffror för statisk påkänning bör därjämte finnas. Med ledning av dessa uppgifter skall behovet av speciellt *skydd* för komponenterna bedömas. En god tumregel är att något mekaniskt skydd icke erfordras om komponenterna med fästanordningar tål en statisk

acceleration av 600 g, dvs kan utsättas för ett tryck eller en dragning av 600 gånger sin egen vikt. (I speciella fall krävs ännu högre g-värden.)

Uppbyggnadens (stommens) hållfasthet skall stå i proportion till vikten på ingående komponenter. Tumregeln ger även upplysning om huruvida infästningsställen för särskilt tunga komponenter behöver förstärkas.

En resonansundersökning görs genom att apparaten placeras på en vibrationsanordning, så beskaffad att frekvensen långsamt glider över det aktuella frekvensområdet. Komponenter och detaljer som därvid uppvisar höga amplituder vid resonans dämpas på lämpligt sätt. Resonansundersökningen utförs i de tre principalaxlarna (X-, Y- och Z-riktningarna).

Skyddsanordningar

2.2.4.6.1

Komponenter och ledningar skyddas genom lämplig fastsättning vid stomme eller andra metalldelar.

Skrubar och muttrar fixeras med låsbrickor.

Elektronrör och inpluggbara enheter fixeras genom låsanordningar. Trimningsinställningar skall vara effektivt låsta.

Apparaten förses med *transportskydd*. Detta skall skydda apparaten för vibrations-, skak- och chockpåkänningar.

Vid transport av materielen, t ex på fordon av skilda slag, är det lämpligt att förse apparaterna med *vibrationsdämpare*.

Resonansfrekvensen vid användning av vibrationsdämpare vid fordonstransport har bestämts till 25 Hz. Dylika dämpare skyddar sålunda inte mot påkänningar med frekvenser under ca 35 Hz. Som följd härav bör konstruktören se till att det i konstruktionen om möjligt inte uppträder några resonanssvängningar med frekvenser lägre än ca 60 Hz.

Vibrationsdämparna bör vara konstruerade så att de jämväl utgör *chockskydd*. Ett fritt utrymme omkring apparaten av 25 mm i alla riktningar erfordras för apparatens rörelse i samband med chockpåverkan.

För att extra påkänningar på stötskydden till följd av rotationskrafter skall förhindras bör om möjligt apparatens tyngdpunkt placeras jämnt fördelad i förhållande till infästningspunkterna.

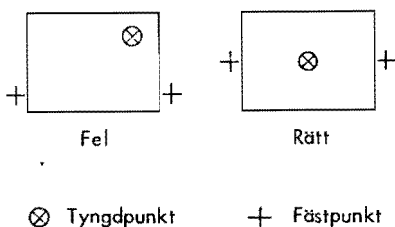


Bild 2.2.4—2

Samma förhållande bör i huvudsak gälla för enskilda komponenter och enheter (se bild 2.2.4-2).

2.2.4.7 Provningsmetoder

För kontroll av den mekaniska hållfastheten och eventuella funktionsrubbnings utförs laboriemässiga provningar. Provningsarnas stränghetsgrad och varaktighet är därvid anpassade till de miljöpåkänningar som man har att räkna med vid användningen av materielen. Eftersom tidsfaktorn härvidlag i allmänhet är svår att simulera på grund av den korta tid som står till förfogande får man i stället höja stränghetsgraden till en gräns som erfarenheten visat vara lämplig. I de fall man fordrar hållfasthet mot statiska påkänningar placeras apparaten i en *slungapparat*, bestående av en roterande horisontell skiva eller arm, på vilken apparaten sätts fast på lämpligt avstånd från rörelsecentrum. Radien och rotationsvarvtalet bestämmer den statiska accelerationen.

Vibrationspåkänningar åstadkommes genom att apparaten eller detaljen placeras på en vibrationsmaskin, som drivs från en generator med möjlighet till varierande frekvens och amplitud. Apparaten vibreras över det aktuella frekvensområdet (glidande frekvensvariation), varvid apparaten och i denna ingående detaljer undersöks beträffande resonans (*resonansundersökning*). Undersök-

ningen sker lämpligen medelst stroboskop, varvid apparaten belyses med korta ljuspulser med en upprepningsfrekvens som något skiljer sig från den mekaniskt påtryckta frekvensen. Upp-täcks härvid kraftiga resonansamplituder, speciellt med frekvenser som ligger i det frekvensband som miljön representerar, bör konstruktionen ändras så, att amplituderna till största delen elimi-neras eller eventuellt genom annan infästning förskjuts till ett ofarligt frekvensområde.

Resonansundersökning utförs utan vibrationsskydd och i tre vinkelräta riktningar.

Funktionsundersökning utförs med apparaten i gång och vanligen med vibrationsskydd påsatta. Den tillgår på samma sätt som vid resonansundersökningen, men amplituderna är större.

Funktionsundersökning görs även i form av skakprov.

Utmattningsprov på apparater sker med blockerade vibrationsskydd. Vid utmattningsprovet underkastas apparaten vibrationer med kraftiga amplituder under längre tid eller ett stort antal stötar för erhållande av tillräckligt antal lastväxlingar.

Vibrationsprovet utförs med frekvenser som glider upp och ner över det aktuella frekvensområdet många gånger. Vibrationsmaskinen kan även matas med flera frekvenser samtidigt, vilka imiterar de verkliga förhållandena. För att efterbilda miljöförhål-landen med aero- eller hydrodynamiska flödesturbulenser an-vänder man brusmatade vibrationsutrustningar. Medelst filter utväljes vissa aktuella brusband med lämplig effektfördelning mellan banden, som genom förstärkare får påverka vibrations-utrustningen.

Utmattningsprov utförs även så att apparaten fixeras på bordet till en skakmaskin, som är så anordnad att bordet får fritt falla mot ett underlag, varvid stötverkan uppstår. Maskinen lyfter bordet, så att en bestämd fallhöjd erhålles. Genom ett stort antal stötar åstadkommes härigenom utmattningspåkänningar.

Chockpåkänningar för kontroll av chockskydd och uppträdande deformationer och andra skador i apparaten åstadkommes med

olika metoder. En metod består däri att apparaten fästes på ett stadigt underlag mot vilken en vikt får falla från en viss höjd. Underlaget med apparaten förflyttas därvid snabbt och kraftigt. Vikten kan även vara fästad på en pendelarm, varvid chocken erhålls horisontellt (pendelhammare).

En annan metod, som huvudsakligen används för kontroll av transportskyddet (chockskydden), består däri att apparaten i sin låda får falla fritt från 1 meters höjd mot ett stadigt betonggolv, som är täckt med 2" furuplank. Fallprovet görs med olika anslagsriktningar.

Akustiska chocker för kontroll av hållfastheten hos membran-utformade detaljer, t ex högtalare, hörtelefoner o d, åstadkommes genom definierade skottprov.

Slitprov utförs på elektromekaniska detaljer, inställningsorgan, apparatkablar o d. Därvid används härför anpassade maskiner, som utför för den aktuella användningen simulerade operationer.

2.2.5 **Luftrycksvariationer**

2.2.5.1 Allmänt

Luftburen materiel är speciellt utsatt för luftrycksvariationer i förening med temperaturvariationer som funktion av höjden över markytan. Spänningshållfastheten hos atmosfären på stor höjd är avsevärt lägre än vid marknivå. På grund härav erfordras ökade luftavstånd mellan spänningsförande delar. Glimning uppstår på grund av för små krökningsradier på spänningsförande delar, såsom spetsar bildade t ex av icke anslutna trådparter.

En del komponenter kan ta skada av lågt luftryck, bl a på grund av otäthet.

På grund av det låga luftrycket försämras värmeförföringen från apparaten under drift.

Även normal markmateriel (armémateriel) bör numera tåla reducerat atmosfärtryck, eftersom man måste räkna med flygtransport av sådan materiel. Vanligen nöjer man sig därvid med den påkänning som uppstår på ca 7 500 m höjd (ca 275 mm Hg och -35° C).

Materiel som är avsedd för drift på stor höjd placeras i täta burkar, som vanligen sätts under ett övertryck av 1—2 atmosfärer.

Materielens känslighet för lufttrycksvariationer i förening med låga temperaturer typprovas enligt föreskrifterna i kapitel 3.9.

Synpunkter på materielens fältmässighet

2.2.6

Materielen skall vara transportsäker

2.2.6.1

Eftersom materielen ofta används under mycket svåra yttre förhållanden måste den tåla hårdhänt behandling. Av stor betydelse är sålunda att materielen kan uthärda transporter av olika slag. I fält kan man inte räkna med att tid och möjligheter står till förfogande för att skydda materielen mot dessa påkänningar. Genom skak- och chockprov kontrollerar man att transportskyddet har tillfredsställande motståndskraft mot transportpåkänningarna.

Materielen skall vara lättskött

2.2.6.2

Materielen skall kunna betjänas utan svårighet, även av uttröttad personal. Erforderliga inställningar skall kunna utföras utan att alltför stora krav måste ställas på personalens skicklighet och uppmärksamhet (se 2.5.).

Packningen av tillbehör skall kunna göras på enklaste möjliga sätt och så att den kan utföras i mörker och under svåra atmosfäriska förhållanden. Antalet lösa enheter som är väsentliga för materielens funktion skall begränsas i största möjliga utsträckning för att förhindra att de i mörker m m blir borttappade. Apparat-kablar bör därför sitta fast vid apparaterna, där så är möjligt. För att ernå *snabbhet* och *säkerhet* vid uppställande och brytande av stationsplatsen skall åtgärder ha vidtagits för underlättande av personalens arbete härmed. Arbetet skall kunna utföras helt i mörker.

Materielen skall fungera lika säkert under skilda driftförhållanden. Inställningsorganen skall vara skyddade (säkrade) mot oavsiktlig påverkan.

Materielen skall vara så utförd att den lätt kan rengöras.

Se i övrigt 2.5.

2.2.6.3 Materielen skall vara effektiv

För att erhålla längsta möjliga *drifttid* måste materielen fungera med god verkningsgrad. Energislukande konstruktioner skall undvikas, och anpassningen till tillgängliga driftkällor skall alltid göras på sådant sätt att drifttiden blir så lång som möjligt.

För att materielen skall uppnå största möjliga *livslängd* skall den elektriska påkänningen hos ingående komponenter hållas låg i förhållande till märkdata. Materielen jämte tillbehör skall vara *slitstark*. Manöverorgan och andra rörliga delar underkastas därför *slitprov*. Materielen kan göras robust, utan att därför bli tung och klumpig, genom att ingående material utnyttjas på bästa sätt.

2.2.6.4 Fordran på täthet

I de flesta fall erfordras täthet mot damm, fukt, snö, vatten, gaser och insekter. Man kräver numera även att materielen skall vara resistent mot *radioaktiv* strålning i samband med atombombssprängning.

Täthet mot *damm och insekter* erfordras för att förhindra att dammbemängd luft (bl a landsvägsdamm) och insekter tränger in i apparaten. Eventuella ventilationshål (gälar) bör därför täckas med lämpligt material.

Täthet mot *snö* erfordras speciellt för markmateriel. Därvid bör man uppmärksamma att manöverorganen fungerar även vid isbildning.

Täthet mot *vatten* erfordras normalt för markmateriel. Om det endast gäller täthet mot regn provas apparaten genom regnprov enligt avsnitt 3.10. I vissa fall krävs att materielen skall tåla nedsänkning i vatten, vara *vadsäker*, utan att funktionen efteråt påverkas härav. Härvid görs antingen själva apparaten tät (gäller exempelvis för bärbar materiel), eller också apparatens transportlåda.

För att materielen skall bli *fukttät* måste den tillslutas hermetiskt, vilket normalt sker genom hoplödning, ingjutning i isoleringsmassa eller glasinsmältning (se 2.2.3.).

Gastätthet kan erfordras för att förhindra att materielen skadas om den befinner sig inom gasbelagt område. I vissa fall måste materielen även vara *explosionssäker*, t ex om explosiva gaser finns i närheten. Gnistbildande organ, t ex reläkontakter, bör därför vara hermetiskt tillslutna.

Materielen skall kunna inordnas i ett apparatsystem

2.2.6.5

Materielen skall utföra sina bestämda funktioner utan att samtidigt störa andra i systemet ingående apparater.

Anhopning av elektronisk materiel inom ett begränsat område, t ex flygplan eller fordon, kan åstadkomma ömsesidiga störningar mellan apparaterna om inte tillfredsställande åtgärder vidtagits häremot. Beträffande radiofrekventa störningar hänvisas till mätmetoder och godtagbara störnivåer, angivna i kapitel 10.

Fältmässig provning

2.2.6.6

Funktionsprovning under fältmässiga förhållanden har till ändamål att undersöka materielens militära användbarhet. Härvid fästes avseende vid materielens drifttegenskaper (räckvidder,

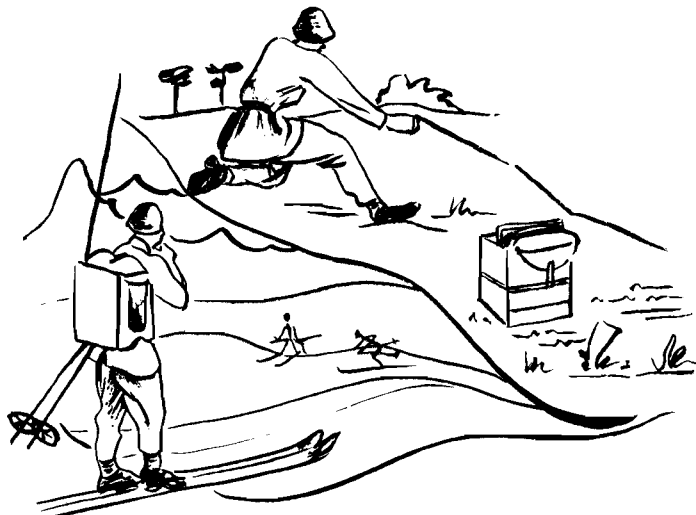


Bild 2.2.6-1.

Truppprov, sommarprov, vinterprov, speciella prov

transmissionsegenskaper i övrigt) och dess ändamålsenlighet från militär synpunkt (manöverorgan, vikt, volym, anpassning till avsett transportsätt, energikällor, mekanisk hållfasthet m m). Undersökning görs även av materielens egenskaper vid samkörning med annan materiel.

2.2.6.7 Typprovning — laboratorieprov

För att kontrollera att materielen uppfyller de krav som uppställts i program, kontrakt och tekniska bestämmelser underkastar man den laboratoriemässiga typprov, som anges i kap 3. Tillverkaren bör därför genom egna prov ha försäkrat sig om att materielen uppfyller därvid uppställda krav.

2.3 Driftgränser

2.3.1 Allmänt

Vid utveckling av elektronisk materiel skall man undersöka hur materielen fungerar under olika yttre driftförhållanden, exempelvis varierande spänningar hos drivkällorna. För driftspänningar lämnas uppgift om:

1. Nominella driftspänningar, som ligger till grund vid bestämning av materielens nominella prestanda och som anges i program och tekniska bestämmelser.

Vid drift med torrbatterier anges härvid en *medelspänning* bestämd av urladdningsförloppet hos dessa batterier.

2. Maximala och minimala driftspänningar, som förekommer i praktiken.

Vid den elektriska typprovningen enligt avsnitt 3.3 undersöks apparatens funktion vid här angivna driftgränser. I lämpliga fall undersöks dessutom inverkan av olika kombinationer av driftgränser.

För materiel som skall arbeta under speciella driftförhållanden kan andra driftgränser anges.

Driftgränser för markmateriel 2.3.2Temperaturgränser under drift: från -40°C till $+70^{\circ}\text{C}$ 2.3.2.1

Andra temperaturgränser kan vara föreskrivna för materielen.

De anges i nedanstående tabell.

Temperaturklass	Lägsta omgivningstemperatur	Högsta omgivningstemperatur
	T_1 °C	T_2 °C
1	0	+ 40
2	- 30	+ 40
3	- 30	+ 55
4	- 40	+ 40
5	- 50	+ 55

Fuktgränser: 95–100 % relativ fuktighet 2.3.2.2

Tryckgränser 2.3.2.3

Flygtransporterad materiel skall utan att skadas tåla ett atmosfärtryck av 275 mm Hg, motsvarande 7 500 m flyghöjd. Apparaten är därvid icke i drift.

Driftspänningsgränser 2.3.2.4

Vid *nät*drift: $\pm 10\%$ 2.3.2.4.1*Nominell* spänning: 220 V*Anm.* Nätspänningar på 127 V kommer alltmera ur bruk.a) *Vid blyackumulatordrift och samtidig laddning från fordonsgenerator* 2.3.2.4.2
$$\left. \begin{array}{l} + 20\% \\ - 15\% \end{array} \right\} \text{ av nominell spänning. Kortvarigt } + 30\%$$
Nominella spänningar

12,5 V, 25,0 V

b) *Blyackumulatordrift utan samtidig laddning*: + 10 %, - 15 % av normal driftspänning*Nominell spänning*: 2,0 V/cell*Normal driftspänning* är 12,0 V (6 celler)

c) *Nifeackumulatordrift vid samtidig laddning:*

max 1,5 V/cell

min 1,10 V/cell

Nominell spänning: 1,4 V/cell*Normal driftspänning:* 14 V, 26 Vd) *Vid nifeackumulatordrift utan samtidig laddning:*

Driftgränser 1,1 och 1,25 V/cell

Nominell spänning: 1,2 V/cell*Medelspänning:* 1,18 V/cell*Normal driftspänning* är 7,2 V (3 dubbelceller)
12,0 V (5 dubbelceller)2.3.2.4.3 *Vid torrbatteridrift*

max 1,6 V/cell

min 1,05 V/cell (= 70 % av 1,5 V/cell)

Nominell spänning: 1,4 V/cell*Medelspänning:* 1,27 V/cell*Anm.:* Vid nätdrift av batterirör (direkt upphettade glödtrådar) är nominell spänning 1,30 V \pm 15 %, se 4.17.2.2.5.2.3.2.4.4 *Vid elverksdrift:* För elverken gäller följande:1-fas 50 Hz: \pm 6 %3-fas 50 Hz: 3 \times 220 V: \pm 5 %frekvens \pm 5 %2.3.2.4.5 *Frekvensomformare*a) *För radar* 1-fas 50 Hz/400 Hz120 V \pm 10 %, 400 Hz \pm 10 %3-fas 3 \times 208 V \pm 10 %400 Hz \pm 10 %

(Huvudspänning 208 V)

b) *Likström 400/Hz:* 220 V \pm 10 % (1-fas)400 Hz \pm 10 %*Anm.:* 1. Angiven spänning är effektivvärde

2. Distorsionsfaktor < 10 %

Nätfrekvensvariationer 2.3.2.4.6

1. 45—65 Hz. Gränserna bestäms av att materielen skall kunna drivas från såväl 50 Hz- som 60 Hz-maskiner.
2. 360—440 Hz.

Transienta spänningar 2.3.2.4.7

Om icke annat föreskrivs i apparatspecifikationerna skall apparaten kunna motstå en transient spänning som är $\pm 20\%$ inom toleransområdet, $\pm 10\%$ av nominell nätspänning, under 2 sekunder. Momentana funktionsfel är härvid tillåtna, men transienten skall icke orsaka kvarstående fel eller äventyra fortsatt drift.

Inkopplingspänningsfall 2.3.2.4.8

Kontakter skall utan kontaktavbrott fungera vid ett inkopplingspänningsfall till 60% av nominell driftspänning.

Anslutningsimpedanser 2.3.2.4.9

För *högfrekvens*: $50 \pm 10\%$ ohm

För *telefoniområden* 300—3 500 Hz: $600 \pm 10\%$ ohm

Reglerade likspänningsvärden i området 100—500 V skall ha en nominell spänning av 150 V, 250 V och 300 V. 2.3.2.4.10

Elektronrör, transistorer 2.3.2.4.11

Apparaten skall undersökas beträffande egenskaperna vid gränsdata hos elektronrör och transistorer.

Mekaniska påkänningar 2.3.2.4.12

Vibrationer, frekvensområde 5—500 Hz med farliga frekvenser över 35 Hz. Vibrationsskydd beräknas nedsätta accelerationerna till 10 g.

Chockpåkänningar. 600—900 g, varaktighet 5—20 millisek. Chockskydd beräknas nedsätta påkänningen till max 100 g.

2.4 Underhåll och service

2.4.1 Allmänt

Vid konstruktionen skall hänsyn tas till nödvändigheten av att på allt sätt underlätta underhåll och service. Apparaten skall vara så konstruerad att minsta möjliga anspråk behöver ställas på specialskolning av servicepersonalen. Åtgärder skall ha vidtagits för att underlätta felsökning och reparation, så att återställningstiden blir så kort som möjligt. Största vikt läggs vid att underhållet underlättas under krigsförhållanden.

Vid konstruktionen bör man överväga möjligheten att uppdelat apparaten på *enkla funktionsenheter*, som lätt kan bytas ut och funktionskontrolleras. Konstruktören skall på ett tidigt stadium av arbetet sätta sig in i servicemannens problem och på alla sätt underlätta dennes arbete. Goda funktionsdata är endast *en* sida av problemlösningen. Av minst lika stor betydelse är anordningar som underlättar *underhållet, vilket skall hålla apparaten vid liv*.

2.4.2 Överskådlighet och åtkomlighet för service

2.4.2.1 Överskådlighet

Konstruktören bör söka åstadkomma en enkel och överskådlig konstruktion för att underlätta felsökning och service. Varje komponent skall vara försedd med väl synlig och läsbar märkning. Resistans- och kapacitansvärden t ex skall kunna avläsas utan att komponenten ifråga behöver lödas loss. För att underlätta identifiering och felsökning skall anslutningsplintar och lödpunkter vara utmärkta med nummer som skall återfinnas i kopplingschema.

2.4.2.2 Åtkomlighet

Alla delar, speciellt sådana som erfordrar kontroll och utbyte, skall sålunda vara åtkomliga *utan demontering av andra komponenter*. Konstruktören bör överväga om vissa delar skall finnas i beredskap för snabb inkoppling medelst en omkopplare e d.

- Testpunkter** 2.4.2.3
- Testpunkter inuti apparaten skall vara utmärkta och lätt åtkomliga för anslutning av test signaler och mätinstrument. Anordning för säker fastsättning av testkropp intill testpunkten skall finnas.
- Serviceschema** 2.4.2.4
- Serviceschema skall finnas med testpunkter, erforderliga instrument och normala mätvärden (gränsvärden) angivna. Service-schemat bör även innehålla en orienterande skiss över testpunkternas platser i apparaten. Skissen kan lämpligen utgöras av en skylt placerad på lämplig plats inuti apparaten.
- Felsökningsschema** 2.4.2.5
- Felsökningsschema skall finnas med uppgift på felyttring och åtgärder, som skall vidtas för att man snabbt och säkert skall kunna avgränsa felet.
- Mätuttag** 2.4.3
- Komplicerad utrustning bör förses med mätuttag på frontpanelen, så fördelade med hänsyn till funktionerna att felsökningen underlättas. 2.4.3.1
- Mätuttagen sammanförs lämpligen till ett anslutningsdon, med omkopplare, till vilket serviceinstrumentets (t ex universalinstrumentet) mätsladdar anslutes. Mätning skall kunna utföras utan att apparatens funktion störs. 2.4.3.2
- Shuntar och förkopplingar i apparaten avpassas så att lämpligt visarutslag erhålles på mätinstrumentet. 2.4.3.3
- Inbyggda testutrustningar** 2.4.4
- Om så erfordras förses apparaten med inbyggda testutrustningar. Därvid bör dock någon av nedanstående förutsättningar föreligga: 2.4.4.1
- a) När funktionen behöver kontrolleras ofta (t ex panelinstrument och oscilloskop).

- b) När portabel mätutrustning icke ger erforderlig upplysning om funktionen (t ex konstanter, anpassning till antenner).
- c) När testning fordrar isärkoppling av apparaten eller transmissionsledning (t ex riktkopplare, ledningskopplare till konstantantenn, ståendevågmätare).
- d) För underhåll av komplicerad utrustning eller apparatsystem (t ex monitorskop med omkopplare, som visar kritiska vågformer på olika för funktionen väsentliga ställen i utrustningen).
- e) När mätningen måste göras i punkter som innebär livsfara för personalen.

2.4.4.2 Testutrustningen skall vara mer driftsäker än den materiel som den skall användas tillsammans med. Den skall vidare vara enkel att handha samt medge noggrann avläsning av mätvärden.

2.4.4.3 Frågan om inbyggd testutrustning skall avgöras i samråd med beställaren.

2.4.5 Serviceutrustning

2.4.5.1 Vid testning skall man om möjligt utnyttja den *mätutrustning* som personalen normalt har tillgång till. Specialutrustningar skall om möjligt undvikas. Om speciella testutrustningar erfordras skall dessa på ett tidigt stadium av utvecklingsarbetet diskuteras med beställaren.

Speciella testutrustningar skall kunna drivas från apparatens spänningskälla.

2.4.5.2 En förteckning över den testutrustning som normalt ingår i organisationen skall i samband med apparatutvecklingen begäras från beställaren.

2.4.5.3 Verktyg

Vid konstruktionen skall tillses att de för servicearbetet erforderliga verktygen ingår i den verktygsutrustning som personalen normalt har till sitt förfogande. Specialverktyg skall däremot om möjligt undvikas. Om sådana är nödvändiga skall de sättas fast

ordentligt på lämpligt ställe inuti apparaten. Förteckning över den verktygsutrustning som normalt ingår i organisationen erhålles från beställaren.

Serviceinstruktion

2.4.5.4

I samband med att konstruktionen fastlagts skall serviceinstruktion utarbetas och praktiskt provas. Instruktionen skall innehålla bl a felsökningsschema samt uppgifter om mätvärden i testpunkterna.

Reservdelar

2.4.6

För att man under apparatens livstid skall kunna utföra reparationer erfordras lager av reservdelar. För att inte reservdelshållningen skall bli alltför betungande bör vid konstruktionen standardiserade och lättillgängliga komponenter utnyttjas.

Speciella serviceföreskrifter

2.4.7

Enheter med tillhörande kablar skall monteras så att servicemannen inte får svårigheter vid hantering av chassier, t ex i ett stativ. (Kom ihåg att servicemannen endast har två händer!) Servicemannen måste vidare ha tillräckligt utrymme vid sitt arbete. Enheterna bör förses med handgrepp. Belysningsfrågan bör därjämte ägnas uppmärksamhet.

2.4.7.1

Inspektionsluckor, höljen skall lätt kunna öppnas, t ex genom att på lämpligt sätt hängas på gångled. Utför konstruktionen så, att servicemannen inte skadas av vassa hörn och kanter.

2.4.7.2

Installation skall kunna ske med föreskrivna verktyg med behandskade händer.

2.4.7.3

Inställningsorgan som sällan används placeras lämpligen under en lucka på frontpanelen.

2.4.7.4

Apparat med avtaget hölje skall vara så utförd att den vid service och reparation utan att innanmätet skadas kan placeras på ett bord på vilken av sina sidor som helst.

2.4.7.5

Jordförbindning skall icke ske via fästskruvar, vilka måste tas bort vid service.

2.4.7.6

- 2.4.7.7 Ledningar till spolar skall, om funktionen det tillåter, dras fram till en kopplingsplint för att felsökning skall underlättas.
- 2.4.7.8 Komponenter som *måste* tas ut ur apparaten efter vissa tidsintervall skall förses med märkning som utvisar detta.
- 2.4.7.9 Installationen av drifttimmätare är vanligen önskvärd.
- 2.4.7.10 Roterande utrustningar, t ex vridbord, skall förses med sådana anordningar att de kan vridas för hand. Normal rotationsriktning skall vara utmärkt.
- 2.4.7.11 Triminställningar bör förses med skala och index. Den normala inställningen bör utmärkas, vilket underlättar servicemannens inställningsarbete. En avläsbar förskjutning från normalvärdet avslöjar att en gradvis försämring av apparatens trimningsstabilitet skett.
- 2.4.7.12 Triminställning bör kunna göras med skruvmejsel eller trimnyckel.
- 2.4.7.13 Triminställningen skall vara entydig och okritisk.
- 2.4.7.14 Servicearbetet försvåras om alltför många komponenter hopas på varandra.

2.5 **Utformning och handhavande**

2.5.1 **Den mänskliga faktorn**

- 2.5.1.1 Den elektroniska materielen skall inte endast fullgöra bestämda funktioner under omgivningens påkänningar, den skall dessutom anpassas till personalens möjligheter att på ett effektivt sätt betjäna den. Vid den konstruktiva utformningen skall sålunda hänsyn tas till den mänskliga faktorn. Här följer några synpunkter på koordinationen den mänskliga faktorn — apparatutförandet.
Man kan lätt konstatera att den mänskliga faktorn inte är någon konstant företeelse, dess storlek eller nivå företer stora variationer mellan individerna. Kroppsstorleken varierar, de psykiska och intellektuella förutsättningarna är olika, iakttagelseförmågan likaså, och personalens handlag, erfarenhet och träning kan växla.

Under drift utsätts personalen för hårda påfrestningar av olika slag, som i längden verkar tröttande. Skötseln av materielen får därför icke bli beroende av alltför mycket tankeskärpa; exempelvis skall manöverorgan och avläsningsanordningar utformas så att de fungerar i en klar och naturlig följd. 2.5.1.2

Kontrollanordningar för funktionen skall vara enkla och lättfattliga, så att eventuella fel lätt kan identifieras och åtgärdas. 2.5.1.3

Om möjligt bör arbetsförhållandena göras så bekväma som möjligt. Följande faktorer bör därvid undersökas: utrymme, arbetsplatsens utformning, temperatur, ventilation, belysning, störningar från egen och annan i samma lokal (omgivning) arbetande utrustning. 2.5.1.4

Vid konstruktionen bör man noga överväga vilka manöverorgan som är absolut oundvikliga och försöka minska deras antal. Manöverorgan av sekundär art eller sådana som endast erfordras för speciella ändamål bör täckas med lock e d. 2.5.1.5

Konstruktören skall i god tid innan det slutligt bestäms hur manöverdon och inställningsskalor (instrument) skall placeras och utföras lämna förslag härom till beställaren i form av ritning, modell, fotografier eller annan beskrivande materiel, för att beställaren skall få tillfälle att närmare analysera utförandet ur handhavandesynpunkt. Utförandet skall godkännas av beställaren. 2.5.1.6

Placering av bildrör och skalor 2.5.2

Se även 8.7.9.1., 8.7.9.2., 8.7.9.3.

I allmänhet bör bildrör placeras centralt på frontpanelen. Inställningsorganen placeras perifert för att händer och armar inte skall skymma bildytan. 2.5.2.1

Vertikalt placerade bildrör, skalor etc bör sitta i ögonhöjd. Lämplig monteringshöjd är 1,25—1,5 m över golvet vid avläsning i stående ställning. 2.5.2.2

Vid avläsning i sittande ställning bör bildrör, instrument o d placeras ca 0,75 m över stolsitsen. Stolsitsens höjd över golvet justeras så att angivet mått erhålles. 2.5.2.3

- 2.5.2.4 Bildrörsytans vinkel mot horisontalplanet bör för bekväm läsbarhet inställas enligt nedanstående tabell:

Sittande ställning	60°
Sittande och stående ställning i kombination	45°
Stående ställning	30°

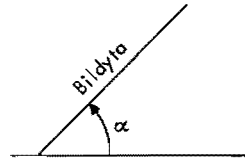


Bild 2.5.2-1.

Bildrörsytans lutning mot horisontalplanet enligt tabellen

2.5.3 Placering av manöverorgan

(Se även 8.7.9.)

- 2.5.3.1 Samhörande funktionella organ bör på lämpligt sätt samordnas med varandra, exempelvis genom färgmärkning, markeringslinjer, gruppindelning o d.
- 2.5.3.2 Inställningsorgan bör, om så är möjligt, placeras i närheten av samhörande skalor och bildrör.
- 2.5.3.3 Inställningsorgan bör placeras i den ordningsföljd i vilken de skall betjänas. Vid placeringen bör man även ta hänsyn till att båda händerna ibland måste användas.
- 2.5.3.4 Manöverorgan som måste betjänas ofta placeras på en armlängds avstånd, högst 0,7 m räknat från skuldran, för att onödiga kroppsrörelser skall undvikas. Sådana manöverorgan bör placeras inom området mellan skuldran och armbågen.
- 2.5.3.5 I de fall då man måste använda handen för att under längre tid (kontinuerligt) sköta ett inställningsorgan bör stöd finnas för handleden eller armen.
- 2.5.3.6 För sittande ställning bör lämpligt avpassat fotstöd och justerbar höjdställning av stolsitsen finnas. Tillräckligt knäutrymme erfordras dessutom.
- 2.5.3.7 Bromspedaler skall monteras så att knävinkeln (vinkeln mellan låret och underbenet) är 105°—135°.

- Pedaler skall pivoteras så, att deras rörelse liknar fotens, dvs så att en accelererande rörelse (ankelrörelse) sker i närheten av hälen och en bromsrörelse ovanför foten (benrörelse). 2.5.3.8
- Spakrörelse (joystick) skall vara lika fri i alla riktningar. Mindre spakar på bordyta skall monteras så att handen får stöd, vilket gör rörelsen stadigare. 2.5.3.9
- Vevrörelse skall vara dimensionerad med hänsyn till hastighet och belastning. Vid låg belastning skall vevarmen vara liten, så att den kan vridas genom en rörelse med handleden, och vid hög belastning skall den vara stor, så att full armrörelse kan tas ut. 2.5.3.10
- Manöverorganens utförande** 2.5.4
- Rattar och vred bör om möjligt utformas olika för olika funktioner, så att operatören med känslan (av betydelse särskilt i mörker) lättare hittar rätt manöverorgan. 2.5.4.1
- Inställningsrattar skall icke ha större diameter än 50 mm, och vridmomentet skall vara litet. 2.5.4.2
- Manöverorgan skall vara så utförda och placerade att de kan betjänas även med grovt behandskade händer. 2.5.4.3
- Manöverorgan skall vara utförda så, att inställningen inte rubbas på grund av vibrationer eller genom oavsiktlig beröring (dvs tillräcklig friktion skall finnas). 2.5.4.4
- Manöver- och inställningsorgan skall ha kraftigt markerade lägen. Lägesmarkeringen skall vara sådan att mellanlägen inte intas. 2.5.4.5
- Runda rattar används då en noggrann kontinuerlig inställning erfordras, och vred med visare då steginställning erfordras. 2.5.4.6
- Beträffande *axelfastsättning* se 8.7.9. 2.5.4.7
- Inställningsorganens manöverriktning** 2.5.5
- Manöverriktningen för inställningsorgan och skalor skall vara positiv i enlighet med föreskrifterna i FSD 900, Manöverriktning för teletekniska apparater. En ökning av funktionen (förstärkningen) skall åstadkommas genom vridning medurs. Likaså skall instrumentutslaget gå mot ökat värde när visaren vrider sig medurs. 2.5.5.1

Graderingen på en rörlig instrumentskala skall öka medurs i förhållande till ett fast index. Inkoppling skall ske genom rörelse uppåt eller till höger.

- 2.5.5.2 Inställningsorganets vridningsaxel skall vara parallell med rörelsen hos skalinställningen eller markeringen på bildröret, som orsakas av vridrörelsen.
- 2.5.5.3 Vid slagtäljare (sifferverk) sker rörelsen nedåt vid ökande nummer (undantag från regeln). Välj om möjligt sifferverk där sifferlägena insnäppes.
- 2.5.5.4 Vid avsteg från här nämnda regler skall tillstånd inhämtas från beställaren.

2.5.6 **Inställningsorganens märkning**

- 2.5.6.1 Inställningsorganens märkning jämte övrig märkning på frontplattan utförs normalt med bokstäver ur stora alfabetet. Punkttecken vid förkortningar utsätts icke.
- 2.5.6.2 Textförkortningar skall användas enligt fastställd förteckning.
- 2.5.6.3 Märkning på själva inställningsorganet undviks för att förrådshållning och utbyte skall underlättas.
- 2.5.6.4 Siffror och bokstäver skall placeras vertikalt för att underlätta läsningen. Radiellt placerade märkningar skall sålunda undvikas.
- 2.5.6.5 Lägesmarkering skall utgöras av kraftigt markerade punkter.
- 2.5.6.6 Vid flervarviga rattar placeras 0-strecket överst.
- 2.5.6.7 Text och placering skall överenskommas med beställaren.
- 2.5.6.8 Inställningen av en viss standardfunktion (t ex kalibreringsinställning) skall förses med karakteristiska markeringar för inställningsorganen (eller på skalan).
Eventuellt kan apparaten därvid förses med skrivplån på vilket anteckning kan göras.
- 2.5.6.9 *Inställningsinstruktion* skall fästas på lämpligt ställe på apparaten, normalt i form av skylt.

Åtgärder mot felaktigt handhavande	2.5.7
Materielen skall vara så konstruerad att den inte skadas vid handhavande under svåra driftförhållanden.	2.5.7.1
Åtgärder skall dessutom vidtas för att förhindra att skada uppstår på materielen vid felaktigt handhavande. Man bör bl a överväga om automatik i form av reläer o d bör införas <i>dels</i> för att förhindra att manövrer utförs i felaktig ordningsföljd och tidsföljd, <i>dels</i> för att förhindra överbelastningar.	2.5.7.2
Om så erfordras bör apparaten förses med felindikatorer (med larmsignal).	2.5.7.3
Apparater försedda med automatik skall om fel uppstår på denna snabbt kunna omkopplas för handinställning.	2.5.7.4
Övriga synpunkter på utformningen	2.5.8
Lådor och höljen skall vara av kraftig konstruktion, så att apparatens innanmäte inte skadas eller kortslutningar uppstår vid yttre påkänningar på lådan.	2.5.8.1
Apparatstommen skall vara försedd med avbäringsanordningar, som skyddar ledningar och komponenter vid insättning och uttagning ur lådor och höljen.	2.5.8.2
Lådor bör vara försedda med bärhandtag, lämpligt placerade i förhållande till apparatens tyngdpunkt.	2.5.8.3
Frontplattan skall vara försedd med handtag som underlättar apparatens uttagande ur höljet, så att inte manöverorganen används härför.	2.5.8.4
Apparatkablar m m skall anslutas till apparaten på sådant sätt att de inte är till besvär vid materielens handhavande.	2.5.8.5
Vikt och volym	2.6
Allmänt	2.6.1
Apparater skall utföras med minsta möjliga vikt och volym utan att kraven på driftsäkerhet och mekanisk stabilitet eftersättes.	

2.6.2 Bärbar materiel

2.6.2.1 Vikten av ryggbörda med bäransordning bör icke överstiga 18 kg.

2.6.2.2 Måtten på ryggbörda bör icke överstiga:

- för ryggbredd 300 mm
- för ryggdjup 200 mm

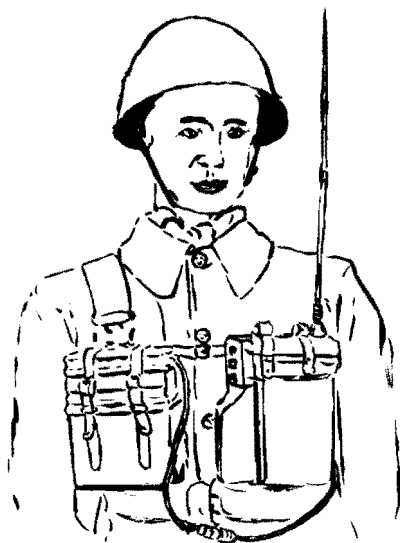


Bild 2.6.2-1.

Apparaten skall ha minsta möjliga vikt och volym

Bredden bestäms av att soldaten skall fritt kunna röra armarna, vilket är särskilt viktigt vid skidåkning. Avgörande för djupet är att bördan inte får bli baktung. Tyngdpunkten förläggs så nära ryggsidan som möjligt.

2.6.2.3 Volymvikt

För bärbar materiel krävs att volymvikten är sådan att apparaten nått och jämnt flyter i vatten för att underlätta simning över vattendrag.

2.6.2.4 Apparater som kommer att placeras på snö skall vara så utförda att den specifika belastningen på snöytan inte överstiger 15 kp/dm².

Vikt av bördor

2.6.3

Vikt av börda som skall transporteras kortare sträcka bör icke överstiga: för 1 man 30 kg och för 2 man 50 kg. Tung komponenter, t ex transformatorer, skall placeras i apparaten, så att dennas tyngdpunkt blir låg och centrerad.

Bördorna skall föras med ändamålsenliga och i förhållande till tyngdpunkten rätt placerade handtag. Handtagen bör placeras skyddade, så att de inte skadas vid transport.

På bördor för två man bör handtagen vara så anordnade att en stång kan skjutas in i dessa.

Lyftöglor

2.6.4

Materiel som väger över 75 kg skall föras med lyftöglor.

Stativdimensioner

2.6.5

Materiel som avses för uppbyggnad i stativ skall dimensioneras enligt standard som anges i SEN R 430115.

Skyddsföreskrifter

2.7

Skydd för driftpersonal

2.7.1

Personalen skall skyddas mot livsfarliga spänningar, höga temperaturer (brännskador) och skador orsakade av materielen.

Livsfarliga spänningar

2.7.1.1

Vid normal betjäning av apparaten skall högre spänningar än 50 volt icke kunna åtkommas. Under vissa förhållanden kan även spänningar under 50 volt vara livsfarliga, t ex då operatören står på ett vått cementgolv. Vid torrbatteridrift är en högsta åtkomlig spänning på 150 volt tillåten.

Vid högre spänningar får åtkomliga punkter icke avge mer än 5 mA vid slutning med 10 kiloohm.

- 2.7.1.2 Alla yttre metalldelar skall ha jordpotential, och likaså antenn- och transmissionsledningar, med undantag av de delar som överför den utstrålade effekten.
- 2.7.1.3 Axlar till manöverorgan skall vara effektivt stomanslutna.
- 2.7.1.4 Anslutningsdon skall i öppet läge icke exponera punkter med livsfarliga spänningar.
- 2.7.1.5 Från apparaten utgående ledningar (mikrofon-, telefonledningar m m) skall vara så anslutna till apparatens kretsar att risk för livsfarliga spänningar icke föreligger, inte ens vid fel på apparaten. Följande utföranden rekommenderas:
- a) En av ledningsbranscherna stomanslutes.
 - b) Ledningarna stormansluts via en lågohmig transformatorlindning.
 - c) Utgående transformatorlindningar spänningsprovas med 2 500 volt eff, 50 Hz, under 1 minut till övriga metalldelar och lindningar.
- 2.7.1.6 Skyddsjordning
- 2.7.1.6.1 Nättransformatorernas primärlindningar (även avstörningsfilter) skall spänningsprovas med 2 500 volt eff-värde, 50 Hz, under 1 minut i förhållande till övriga lindningar och kärnan. Primärlindningen får icke stomanslutas i någon punkt.
- 2.7.1.6.2 I ett apparatsystem ingående enheter skall vara stomanslutna till en gemensam jordpotentialledning. Överbrygningen av eventuella gummivibrationsdämpare skall vara effektiv. Jordpotentialledningen skall ha anslutning för yttre jordning (jordspett). Denna systemjordning har till ändamål att förhindra spänningssättning av apparatenheter vid fel på nättransformatorernas primärlindningar.
- 2.7.1.6.3 Systemjordningen skall ske genom separat, kraftigt dimensionerad ledning, som bekvämt kan kontrolleras tillsammans med anslutningspunkterna. Systemjordning genom ledningspart (skärm) i kabel godkännes icke.

Anvisningar för skyddsåtgärder vid strömförsörjning av fälttygmateriel, utförd för enfas 220 V eller trefas 220 V, 50 Hz 2.7.1.6.4

Ur skyddssynpunkt kan följande viktigare strömförsörjningsfall framhållas:

- A. Drift från fältverk, enfas 220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-2)
- B. Drift från fältverk, trefas 220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-3)
- C. Drift från permanent distributionsnät, 380/220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-4)
- D. Drift via mellantransformator från permanent distributionsnät, max 500 V, 50 Hz (bild 2.7.1-5).

Fordon

Fordon skall vara försedda med en eller flera jordskruvar för anslutning av jordspett och för anslutning av ekvipotentialförbindningar (ledande förbindelse). I fordon fast anslutna apparaters utsatta delar ekvipotentialförbindas med fordonets stomme medelst skyddsledare i apparaternas tilliedningar eller på annat sätt.

Anm: »Utsatt del» = för beröring åtkomlig, ledande anläggningsdel, som normalt icke är spänningsförande, men som är så beskaffad och belägen att den på grund av ett isolationsfel kan anta spänning. Del som är skyddad genom extra isolering anses dock icke vara utsatt del.

Uttag

Följande slag av uttag förekommer:

2-poliga uttag (hylstag) utan jorddon

Dessa är avsedda för anslutning av apparater via sladd utan skyddsledare. Sladden har stickpropp (stiftpropp) utan jorddon.

4-poliga uttag (hylstag) med jorddon (3 faser + jorddon)

Dessa är avsedda för anslutning av apparater via sladd med skyddsledare. Sladden har stickpropp (stiftpropp) med jorddon.

Apparater

Apparater med utsatta delar

Apparat avsedd att via sladd anslutas till 2-poligt uttag (hylstag) har

- *antingen* till apparaten fast ansluten sladd
- *eller* apparatintag (stifttag).

I båda fallen skall apparaten vara försedd med jordskruv. Undantag kan förekomma ifråga om lödkolv.

I det fall apparaten har fast ansluten sladd, är sladden utförd som 2-ledarsladd utan skyddsledare och i den fria ändan försedd med 2-polig stickpropp (stiftpropp) utan jorddon.

I det fall apparaten har apparatintag (stifttag), ansluts den medelst 2-ledarsladd, som är utförd utan skyddsledare och i ena ändan försedd med apparatuttag (hylspropp) utan jorddon och i andra ändan försedd med stickpropp (stiftpropp) utan jorddon. Sådan sladd används även som skarvsladd (skarvkabel).

Apparat avsedd att via sladd anslutas till 4-poligt uttag (hylstag) har

- *antingen* till apparaten fast ansluten sladd
- *eller* apparatintag (stifttag).

I båda fallen skall apparaten normalt ha jordskruv.

I det fall apparaten har fast ansluten sladd, är sladden utförd som 4-ledarsladd (3 fasledare och 1 skyddsledare) eller som 3-ledarsladd (2 fasledare och 1 skyddsledare) och i båda fallen i den fria ändan försedd med 4-polig stickpropp med jorddon (stiftpropp).

I det fall apparaten har apparatintag (stifttag), ansluts den medelst 4-ledarsladd (3 fasledare och 1 skyddsledare), i ena änden försedd med 4-poligt (3 faser och jorddon) apparatuttag (hylspropp) och i andra ändan försedd med 4-polig stickpropp med jorddon (stiftpropp). Sådan sladd används även som skarvsladd (skarvkabel).

Apparater med extra isolering

Apparat med extra isolering har sladd utan skyddsledare. Sladden har normalt stickpropp (stiftpropp) utan jorddon. Sådan apparat har icke jordskruv.

Elektriska symboler

Bild 2.7.1-1 visar de elektriska symboler som förekommer på bilderna 2.7.1-2 t o m 5.

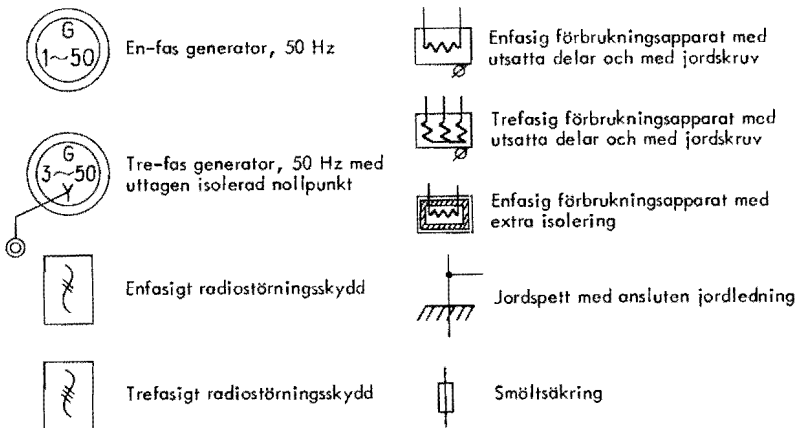


Bild 2.7.1-1.

Elektriska symboler

A. Drift från fältelverk, enfas 220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-2)

1. Generatorlindningen skall icke direkt-jordas. Generatorns stomme jordförbinds medelst jordspett. Radiostörningsskyddet på generatorns växelströmsida är anslutet till generatorns stomme och utfört för 5–10 mA.
2. Från fältelverket utgående ledning innehåller två fasledare.
3. För i fordon anbragt flyttbar apparat med utsatta delar och med jordskruv anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparatens hölje och fordonets stomme (A1). Stommen jordas medelst jordspett (A1).
4. För annorstädes än i fordon anbragt apparat med utsatta delar och med jordskruv anordnas jordning medelst jordspett (A2). Om två eller flera dylika apparater är anbragta inom räckhåll för varandra anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparaternas höljen och jordning medelst jordspett (A3). Undantag ifråga om jordning medelst jordspett medges i torrt rum med isolerande golv av trä eller dylikt (A4).
5. För apparater med extra isolering anordnas varken ekvipotentialförbindningar eller jordning (A1 och A5).
6. För bedömning av anläggningens isolationstillstånd utförs jordfelskontroll medelst ett för ändamålet avsett mätinstrument enligt särskild föreskrift och i följande omfattning:
 - a) i samband med idrifttagande av anläggningen eller av tillkommande del av denna
 - b) minst en gång varje dygn.

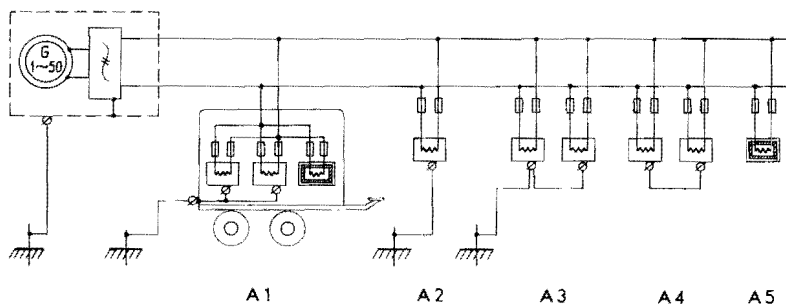


Bild 2.7.1-2. Drift från fältelverk, enfas 220 V, 50 Hz

B. Drift från fältverk, trefas 220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-3)

1. Generatorlindningens nollpunkt är icke direkt-jordad men för mätändamål anslutet till ett från stommen isolerat anslutningsdon på elverket. Elverkets stomme jordförbinds medelst jordspett, som ansluts till en för ändamålet avsedd jordskruv. Radiostörningsskyddet på generatorns växelströmsida är anslutet till stommen och utfört för 5—10 mA.
2. Från elverket kan utgå en eller flera ledningar. Sådan ledning kan innehålla antingen fyra ledare, nämligen tre fasledare och en skyddsledare, eller enbart två fasledare. När skyddsledare finns är den ansluten till elverkets stomme. När ledning med enbart två fasledare dras ut förfars på samma sätt som enligt avsnitt A. När ledning med fyra ledare dras ut förfars på nedan angivet sätt.
3. I fordon till vilket fyra ledare framdras ansluts skyddsledaren till fordonets stomme. För apparat med jordskruv på höljet anordnas ekvipotentialförbindning till fordonets stomme. Dessutom jordförbinds stommen medelst jordspett (B1).
I fordon till vilket enbart två fasledare avgränsas från ledning med fyra ledare (B2) förfars på samma sätt som enligt avsnitt A.

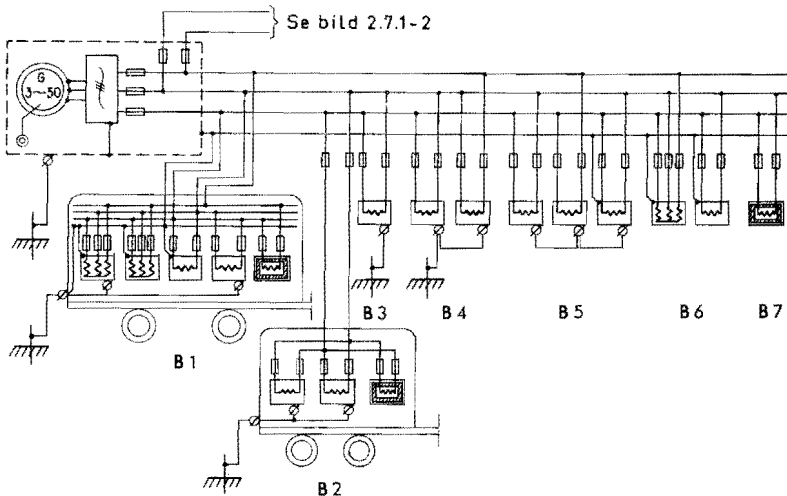


Bild 2.7.1-3. Drift från fältverk, trefas 220 V, 50 Hz

4. För annorstädes än i fordon anbragt apparat med utsatta delar och med jordskruv anordnas jordning medelst jordspett (B3). Om två eller flera dylika apparater är anbragta inom räckhåll för varandra anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparaternas höljen och jordning medelst jordspett (B4).
Undantag ifråga om jordning medelst jordspett medges i torrt rum med isolerande golv av trä eller dylikt (B5). Vidare medges undantag för jordspett och ekvipotentialförbindning för apparater som samtliga är förbundna med fältelverkets skyddsledare (B6).
5. För apparater med extra isolering anordnas varken ekvipotentialförbindning eller jordning (B1, B2 och B7).
6. För bedömning av anläggningens isolationstillstånd utförs jordfelskontroll medelst ett för ändamålet avsett instrument enligt särskild föreskrift och i följande omfattning:
 - a) i samband med idrifttagande av anläggningen eller av tillkommande del av denna
 - b) minst en gång varje dygn.

C. *Drift från permanent distributionsnät, 380/220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-4)*

Apparat som ansluts med 4-poligt anslutningsdon skall anslutas via fulltransformator enligt avsnitt D i det följande.

För apparat som ansluts med 2-poligt anslutningsdon gäller 1–5 här nedan.

1. Anslutningen sker till 2-poligt uttag, 220 V, i fast installation i byggnad, oberoende av om apparaten används i fordon eller annorstädes.

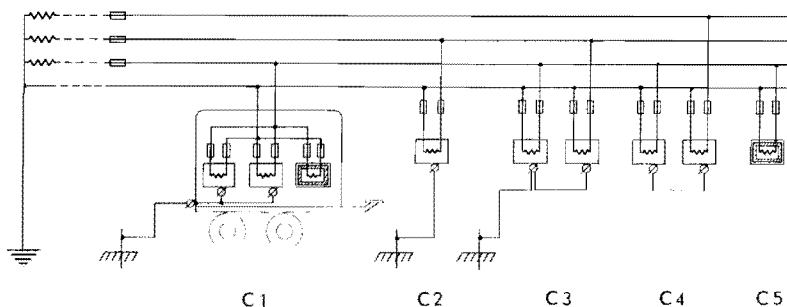


Bild 2.7.1-4. Drift från distributionsnät, 380/220 V, 50 Hz

2. För i fordon använd apparat med utsatta delar och jordskruv anordnas ekvipotentialförbindning mellan höljet och fordonets stomme. Dessutom jordas stommen medelst jordspett (C1).
3. För annorstädes än i fordon anbragt apparat med utsatta delar och jordskruv anordnas jordning medelst jordspett (C2). Om två eller flera dylika apparater är anbragta inom räckhåll från varandra anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparat-höjlerna och jordning medelst jordspett (C3). Undantag ifråga om jordning medelst jordspett medges i torrt rum med isolerande golv av trä eller dylikt (C4).
4. För apparater med extra isolering anordnas varken ekvipotentialförbindning eller jordning (C1 och C5).
5. För bedömning av anläggningens isolationstillstånd utförs jordfelskontroll medelst ett för ändamålet avsett instrument enligt särskild föreskrift och i följande omfattning:
 - a) i samband med idrifttagande av anläggningen eller av tillkommande del av denna
 - b) minst en gång varje dygn.

- D. *Drift via mellantransformator från permanent distributionsnät max 500 V, 50 Hz (bild 2.7.1-5)*
1. Anslutning sker via trefas fulltransformator, kopplad D/Y. Primärlindningen är omkopplingsbar för 190, 220, 380 och 500 V. Sekundärlindningen är utförd för 3×220 V.
 2. Distributionsnätets jordade ledare (nolledare, skyddsledare) ansluts icke till transformatorns hölje.
 3. Sekundärlindningens nollpunkt jordas icke. För mätändamål är nollpunkten ansluten till ett isolerat anslutningsdon på transformatorns hölje. Transformatorns hölje jordförbinds medelst jordspett som ansluts till en för ändamålet avsedd jordskruv.
 4. Från transformatorn kan utgå en eller flera ledningar. Sådan ledning kan innehålla antingen fyra ledare, nämligen tre fasledare och en skyddsledare, eller enbart två fasledare. Om skyddsledare finns är den ansluten till transformatorns hölje. När ledning med enbart två fasledare utdras förfars på samma sätt som enligt avsnitt A ovan. När ledning med fyra ledare utdras förfars på nedan angivet sätt.
 5. I fordon till vilket fyra ledare framdras ansluts skyddsledaren till fordonets stomme. För apparat med jordskruv på höljet anordnas ekvipotentialförbindning till fordonets stomme. Dessutom jordförbinds stommen medelst jordspett (D1).
I fordon, till vilket enbart två fasledare avgränsas från ledning med fyra ledare (D2) förfars på samma sätt som enligt avsnitt A.
 6. För annorstädes än i fordon anbragt apparat med utsatta delar och jordskruv anordnas jordning medelst jordspett (D3). Om två eller flera dylika apparater är anbragta inom räckhåll för varandra anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparaternas höljen och jordning medelst jordspett (D4). Undantag

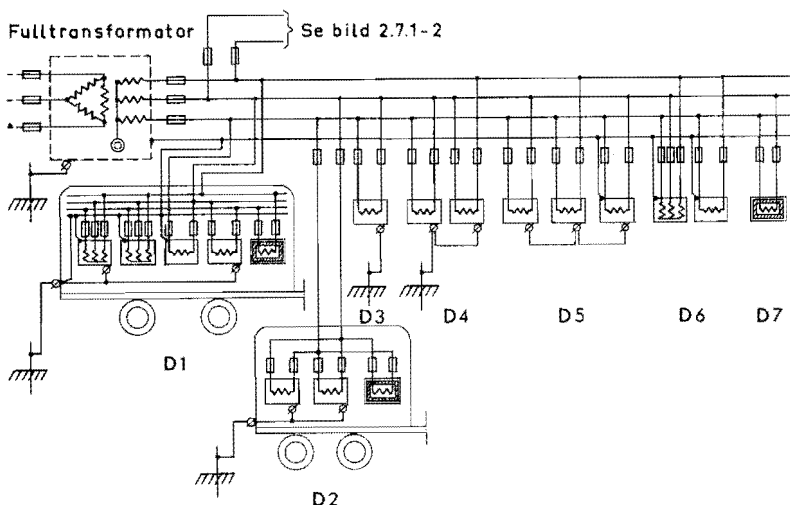


Bild 2.7.1-5.

Drift via mellantransformator från permanent distributionsnät, max 500 V, 50 Hz

ifråga om jordning medelst jordspett medges i torrt rum med isolerande golv av trä eller dylikt (D5). Vidare medges undantag ifråga om jordspett och ekvipotentialförbindning för apparater som samtliga är förbundna med transformatorns skyddsledare (D6).

7. För apparater med extra isolering anordnas icke vare sig ekvipotentialförbindning eller jordning (D1, D2 och D7).
8. För bedömning av anläggningens isolationstillstånd utförs jordfelskontroll medelst ett för ändamålet avsett instrument enligt särskild föreskrift och i följande omfattning:
 - a) i samband med idrift-tagande av anläggningen eller av tillkommande del av denna
 - b) minst en gång varje dygn.

- 2.7.1.7 Personalen skall skyddas mot imploderande bildrör; provningsföreskrifter, se SEMKO 6C Televisionsmottagare.
- 2.7.1.8 Vid mätning av spänningar över 1 000 volt skall utrustningen förses med en spänningsdelare som är anpassad för voltmeteren ifråga.
- 2.7.1.9 **Höga temperaturer**
Uppträder höga temperaturer skall skydd mot ofrivillig beröring finnas. Tillåten högsta temperatur är 80° C.
Temperaturen på frontpanel eller manöverorgan får icke överstiga 45° C.
- 2.7.1.10 **Skydd mot kroppsskador**
Fordoninstallerade apparater skall ha säkringsanordningar som hindrar att apparaterna vid haverier (diskeskorning) lossnar från sina fästeanordningar.
Gummibuffertar skall vara försedda med mekanisk säkring som träder i funktion vid brott på gummit.
Utskjutande delar på apparaten bör ha sådan form att personalen inte fastnar med kläder eller annan utrustning vid hastig utrymning av fordonet. Utrustningen skall vara utförd på sådant sätt att personalen skyddas för ofrivillig beröring av rörliga delar, såsom kugghjul, fläktvingar, kedje- och remtransmissioner. Roterande antenner (vridbord) skall förses med nödströmställare vid antennen.
- 2.7.1.11 **Bullrande omgivning**
Personalen skall skyddas mot alltför hög bullernivå från omgivande maskiner vid betjäning av elektronisk utrustning. Bullernivån bör begränsas till 85 dB över 0,0002 dyn/cm².

Skydd för servicemannen

2.7.2

Av naturliga skäl är det svårt att åstadkomma ett säkert skydd för servicemannen. Man måste förutsätta att denne genom sin utbildning erhållit tillfredsställande insikt i materielens funktion.

Skyddskontakter

2.7.2.1

Apparaten skall förses med varningsskyltar, dörrströmbrytare och anordning för automatisk urladdning av kondensatorer, då spänningen är högre än 350 volt effektivvärde.

Dylika skyddskontakter skall bryta omedelbart i öppningsrörelsens början. Vid urkoppling av skyddskontakterna skall anordningen fungera så, att dörrar eller luckor inte går att stänga förrän inkoppling skett.

Dörrar, luckor etc skall ha rundade hörn, eller också skall andra åtgärder ha vidtagits så att personalen inte kommer till skada. De bör även kunna låsas i öppet läge.

Varningsskyltar

2.7.2.2

Varningsskyltar skall placeras på ett iögonfallande sätt. Höljen som för spänning i förhållande till stommen skall märkas med röd färg eller skyddas, där så är möjligt, med isolerande yta.

Kondensatorurladdning

2.7.2.3

Kondensatorer förses med lämpligt urladdningsmotstånd, så att de vid frånslag av nätspänningen inte kvarstår uppladdade.

2.7.2.4 Skyddsföreskrifter för handhavande av bildrör

2.7.2.4.1 *Allmänt*

Varje serviceman skall äga kännedom om de stora risker som föreligger vid handhavande av bildrör. Om t ex ett föremål tappas på röret kan detta vara tillräckligt för att röret skall implodera med allvarliga följder (glassplitter i ögonen m m).

Vid handhavande skall följande föreskrifter iakttas.

2.7.2.4.2 Bildrören skall förvaras i sina kartonger och häckar, vilka skall vara försedda med skyddshuvar som fångar upp det kringflygande glaset vid implosion.

2.7.2.4.3 Vid hantering av bildrören skall händerna skyddas med handskar och ansiktet med ansiktsskydd med skyddsglasögon.

Om röret är monterat på en öppen stomme skall röret alltid vara täckt med ett hölje av kraftig smärting.

2.7.2.4.4 Röret skall insättas i och uttagas ur sin kartong på sådant sätt att bildytan vänds mot kartongens öppning.

2.7.2.4.5 Bildröret får icke fattas med händerna om rörhalsen; icke heller får någon kraft påverka halsen. Ett sätt att hantera röret är att fatta om den del av konen där denna förenar sig med rörhalsen. Den andra handen stöder röret antingen utefter dess kant eller vid rörhalsens anslutningsända. Denna hand skall icke uppta någon tyngd utan endast hålla röret i balans.

2.7.2.4.6 Om ett rör måste läggas på ett bord e d skall det *icke* läggas så att det stöder på bildkanten och halsens ända, utan ställas vertikalt på bildytan, varvid denna skyddas med en mjuk filtskiva, avpassad efter bildytan.

2.7.2.4.7 Om ett bildrör skall förstöras skall detta ske i en sluten låda, försedd med ett litet hål, genom vilket man kan skjuta in en metallstav och stöta hål på röret.

2.7.2.4.8 Bildrören arbetar *med livsfarliga spänningar*. Var därför försiktig, så att kontakt med spänningsförande delar inte sker.

2.7.2.4.9 Innan bildröret tas ut ur en apparat bör yttre ledande skikt urladdas till anoden. Kapacitansurladdningen är normalt icke farlig,

men servicemannen kan få en chock, så att han inte längre kan kontrollera sina åtgärder.

Rör med metallkon skyddas mot kontakt med magnet för att lokala bilddeformationer inte skall uppstå i bildytans kanter vid användningen. 2.7.1.4.10

I vissa elektronrör (ex kallkatodrör) används radioaktiv dosering för stabilisering av dataegenskaperna. Aktiviteten härav är låg och utgör ingen fara för personalen. Vid hantering av rör med krossad kolv varnas dock för skärsår, genom vilka det aktiva materialet kan komma in i blodet. Dylika sår skall omedelbart göras rena; ett öppet sår enklast genom spolning med rinnande vatten. 2.7.2.5

Skydd för materielen

2.7.3

Allmänt

2.7.3.1

Materielen skall vara så utförd att den när fel uppstår inte avger brinnbara (explosiva) gaser eller själv kan underhålla eld. Materielen skall därför vara uppbyggd av eldsäkert material.

Nätanslutning

2.7.3.2

Vid anslutningsstället för kraft skall på väl synlig skylt anges driftspänning och frekvens. När apparaten är avsedd för drift från växelströmsnät, alternativt likströmsnät (ackumulator), skall konstruktionen vara sådan att felaktig inkoppling förhindras.

Nätströmställare

2.7.3.3

Nätströmställare skall ge tvåpolig brytning av likström och enfasig nätspänning. Vid 3-fassystem skall samtliga faser brytas.

Säkringar

2.7.3.4

Apparaten skall ha säkringar mot överbelastning, avpassade för den del de skall skydda. Säkringarna skall vara så dimensionerade att de inte bryter vid normala driftförhållanden, och inte heller vid driftgränserna. 2.7.3.4.1

Apparater för torrbatteridrift behöver normalt icke säkras.

2.7.3.4.2

- 2.7.3.4.3 Användning av motstånd såsom säkring är icke tillåten, då risk för kortslutning av motstånd föreligger.
- 2.7.3.4.4 Säkring utförs så
- att den oskyddade ledningen blir så kort som möjligt
 - att avbrott sker i ledningen till nätströmställaren
 - att brytning icke sker i ledning som normalt är stomansluten
- Erfordras skydd i dylik ledning bör detta skydd utgöras av ett överbelastningsrelä som inte bryter stomförbindningen.
- 2.7.3.4.5 Om flera apparater ingår i ett system är det önskvärt att samtliga säkringar placeras *centralt* i en säkringsbox (-tavla). Säkringsboxen skall ha tydlig och säkert kvarsittande märkning (tablå), som anger varje säkrings märkström samt den apparat som skyddas av säkringen.
- 2.7.3.4.6 Säkringen placeras på frontpanelen om central placering inte är tillämplig. Märkningen skall anges på frontpanelen och icke på säkringshållaren.
- 2.7.3.4.7 Automatsäkringar skall företrädesvis användas i st f smältsäkringar.
- 2.7.3.4.8 *Vibratoromformare*
- Transformatorn skall vara försedd med värmesäkring med momentbrytning.
- 2.7.3.4.9 *Magnetroner och motorer* skall skyddas för överström.
- 2.7.3.5 **Fläktkylning**
- Vid kylning med fläkt tillses att apparaten sätts under *tryck* för att förhindra att damm och andra partiklar sugs in i springor. Fläktintaget skall därvid vara försett med dammfilter, som lätt kan tas bort för rengöring.
- Om fläktkylningen upphör att fungera skall en larmanordning träda i funktion. Larmanordningen får icke vara försedd med frånkopplingsanordning. Huruvida larmanordningen därjämte skall automatiskt frånkoppla apparaten från spänning avgörs från fall till fall.

Skydd mot insekter o d 2.7.3.5.1

Ventilationshål skall om möjligt täckas med trådnät för att insekter, råttor etc inte skall komma in i hålen. Vid dimensioneringen av ventilationshålen skall hänsyn tas till öppningsareans minskning.

Överspänningsskydd 2.7.3.6

Fast installerad materiel förses med åskskydd.

Stavantenner till fordon utförs så att skydd finns mot högspänning från kraftledningar, speciellt i samband med järnvägstransport.

Vid drift med höga spänningar bör överspänningsskydd anordnas.

Skydd mot nätspänningstransienter skall finnas.

Antenner som inte har jordpotential skall förses med urladdningsmotstånd e d.

Mekaniskt skydd för materielen 2.7.3.7

Apparat skall med avtagna höljen i och för service kunna placeras på ett bord i vilket läge som helst utan att delar skadas; se *fallprov 3*, 3.8.3.

Installation skall kunna göras utan att interna delar exponeras. Beträffande skydd mot miljöpåkänningar se 2.2.4, 4.25 och 8.7.20.

Tillverkningsföreskrifter 2.8**Allmänt** 2.8.1

För tillverkning och leverans av elektronisk materiel gäller i tillämpliga delar de allmänna bestämmelser som upprättats efter samråd mellan försvaret tillhörande myndigheter och Sveriges Industriförbund, i den mån de icke ändras genom skriftlig överenskommelse mellan parterna. 2.8.1.1

Ändamålet med denna föreskrift är att ange de procedurregler som normalt erfordras för framställning av elektronisk materiel. Dennas i allmänhet komplicerade natur och kravet på anpassning till elektroniska apparatsystem medför en omfattande uppföljning 2.8.1.2

och kontroll av materielens egenskaper, inte enbart i slutstadiet av tillverkningen (leverans) utan under hela tillverkningen.

2.8.1.3 Framtagandet av elektronisk materiel kan normalt indelas i följande tillverkningsfaser:

- a) utvecklingsuppdrag
- b) prototyp tillverkning
- c) provserietillverkning
- d) serietillverkning

2.8.1.4 Vid genomförandet av större projekt är det av största betydelse att genomloppstiden för tillverkningsfaserna är så kort som möjligt, varigenom materielens användbara livslängd ökas. Detta kräver en stor kraftinsats från det projekteringen börjar till dess materielen kan tas i bruk.

Eftersom kraven på ökad driftsäkerhet (tillförlitlighet) gör sig alltmer gällande leder även detta till ökade insatser.

Ett förtroendefullt samarbete mellan beställare och tillverkare är nödvändigt för att resultatet av tillverkningen skall bli tillfredsställande och en förutsättning för lägsta möjliga kostnader.

2.8.2 Utvecklingsuppdrag

2.8.2.1 Projektanalys

Som grundval för igångsättning av anskaffning av materiel skall beställaren med hjälp av projektorgan utföra analyser och värderingar i olika avseenden för att utröna om en apparat har förutsättning att uppfylla vissa funktioner i ett system. Resultatet av denna analys fastställs närmare i ett utvecklingsprogram för apparaten.

Med hänsyn till fordran på modernitet och effektivitet ställs normalt kravet att den tekniska lösningen skall stå på erforderligt hög nivå.

Vid genomförandet av utvecklingsuppdraget skall denna strävan noggrant uppföljas och sådana vägar väljas och undersökas, som snabbt och säkert leder till den önskade effektiviteten.

Utvecklingsprogram

2.8.2.2

Beställaren (dennes projektorgan, eventuellt i visst samarbete med tillverkarens projektorgan) utarbetar ett utvecklingsprogram, bl a med uppgifter om:

- a) den taktiska användningen och omfattningen i den utsträckning som erfordras för utvecklingsuppdragets genomförande
- b) tekniska data för in- och utfunktioner, datapresentation, tekniska bestämmelser för material, komponenter och mätmetoder
- c) drivkällor, driftförhållanden
- d) utformning och anpassning till givna utrymmen, betjänings- och övriga handhavandeföreskrifter
- e) viktuppgifter
- f) transportsätt, installation m m
- g) tillbehör
- h) miljöfaktorer och i samband därmed typprovningsföreskrifter för kontroll av att givna föreskrifter innehålls
- i) hänvisning till denna konstruktionspraxis

Programmet bör för att ge ett tillfredsställande underlag för utvecklingsarbetet vara specificerat i erforderlig omfattning.

Utvecklingsuppdragets planering

2.8.2.3

Tillverkaren bearbetar programmets föreskrifter och överlämnar till beställaren en plan för arbetet, bl a med angivande av:

- a) den tekniska lösningen, ev alternativa lösningar
- b) materiella och personella resurser som kan erbjudas
- c) beräknad tidsplan för utvecklingsarbetet
- d) beräkning av driftsäkerhetsegenskaperna med hänsyn till komponentuppbyggnaden och övriga förhållanden
- e) övriga förhållanden som kan ha inflytande på utvecklingsarbetets gång och kommande produktion (tillverkningsplanering)

Tillverkaren skall tillstålla beställaren en sådan plan för godkännande innan arbetet igångsätts. Det kan framhållas att en noggrant genomarbetad plan är grundvillkoret för att ernå ett snabbt och säkert resultat. Det är av stor vikt att driftsäkerhets- och inte enbart prestandaegenskaperna från början ingår i bilden, med risk för att i annat fall utvecklingsarbetet till stor del måste göras om med förlorad tid och ökade kostnader som följd.

2.8.2.4 Utvecklingsarbetet

Under utvecklingsarbetets gång erforderliga avsteg från det överenskomna programmet och planeringen skall omedelbart skriftligen med noggrant angivande av orsak meddelas beställaren för godkännande. Normalt sker detta genom sammanträdesprotokoll som justeras av parterna.

Av beställaren utsedd *kontaktman* för utvecklingsarbetet skall ges alla informationer sammanhängande med uppdraget.

Tillverkaren skall under arbetets gång delge beställaren (kontaktmannen) löpande laboratorierapporter över uppnådda resultat.

Komponenter (inklusive elektronrör, transistorer etc) bör väljas bland de av beställaren rekommenderade typerna och fabrikaten. Erfordras andra komponenttyper skall dessa jämte provningsresultat och uppgift om tillverkare överlämnas beställaren för godkännande. Ett dylikt godkännande fritar icke tillverkaren från ansvaret beträffande mottagningskontroll, applikation och driftsäkerhet hos den levererade materielen.

Tillverkaren skall vid slutförandet av utvecklingsuppdraget överlämna en sammanfattande *redovisning* av produktens egenskaper, även vid driftgränserna (se 2.3), inverkan av komponenternas spridning i data, åldringen hos komponenterna (exempelvis genom simulerande prov), kontroll av icke önskade bifunktioner (avstörning och mottaglighet för yttre störningar, se avsnitt 10) samt övriga förhållanden som kan inverka på apparatens egenskaper.

Om de vid utvecklingsarbetet erhållna resultaten bedöms vara godtagbara i förhållande till bestämmelserna i utvecklingsprogrammet sker normalt en överarbetning av bestämmelserna som skall gälla för prototypstillverkningen.

2.8.3 Prototypstillverkning

Prototypstillverkningen utgör vanligen en fortsättning av utvecklingsuppdraget. Den har till ändamål att ge apparaten dess avsedda slutliga utformning så långt detta är möjligt. Uppbyggnaden sker vanligen i olika avsnitt, ofta med hjälp av attrapper, för att ge

underlag för bedömning av lämplig formgivning, åtkomlighet och lämplig placering av manöverorgan, uppdelning i underenheter m m. En intensiv samverkan mellan beställaren och tillverkaren erfordras i detta förberedelsestadium.

Prototypexemplar framställs vanligen på grundval av skisser. Då så anses erforderligt, t ex beträffande mekaniska detaljer, sker tillverkning efter mer eller mindre fullständiga ritningar. Sådan tillverkning sker vanligen hantverksmässigt.

På grund av tillverkningssättet utförs prototypen endast i ett fåtal exemplar.

Tillverkaren utför noggranna och omfattande undersökningar på prototypen för att verifiera fordringarna i de tekniska bestämmelserna. Härvid undersöks prestanda under olika miljöförhållanden, samt reparations- och servicemöjligheter, i enlighet med typprovsningsbestämmelserna.

Temperaturegenskaperna bör ägnas särskild uppmärksamhet, eftersom alltför höga temperaturer minskar apparatens driftsäkerhet och livslängd. Användning av exempelvis elektronrör och halvledarkomponenter fordrar därvid en noggrann undersökning.

Om apparaten måste ändras tvingas man vanligen upprepa hela serien av undersökningar för att få visshet om att ändringarna inte försämrat tidigare uppmätta egenskaper.

Härefter överlämnar tillverkaren en noga specificerad rapport över utförda undersökningar till beställaren med förslag till förbättringar, bl a från tillverkningssynpunkt.

Beställaren deltar i och övervakar tillverkarens undersökningar samt utför kompletterande undersökningar i den utsträckning detta bedöms vara erforderligt. Beställaren utför, vanligen tillsammans med tillverkaren, prov i avsedd installation för att utröna apparatens egenskaper och användbarhet i den avsedda miljön.

Det kan inte undvikas att dessa undersökningar ofta ger anledning till krav på förbättringar i olika avseenden, speciellt vid komplicerad materiel. Då så är möjligt bör dessa förbättringar införas på

prototypen, varefter ny undersökning utförs för att utröna om önskat resultat uppnåtts.

Om ändringarna är alltför omfattande kan det bli nödvändigt att tillverka en ny prototyp, varvid man eventuellt kan delvis utnyttja den tidigare prototypen, där dessa ändringar införts.

För att fastslå om den ändrade prototypen fungerar tillfredsställande bör man på nytt företa ovan nämnda undersökningar. En sammanställning av erfarenheterna från prototypen ligger sedan till grund för utarbetandet av de tekniska bestämmelserna för provserietillverkningen.

2.8.4 **Provserietillverkning**

2.8.4.1 **Förutsättningar för start av provserietillverkningen**

- a) En av förutsättningarna för att en försöksserie skall kunna påbörjas är att utfallet av prototypprovningen blivit tillfredsställande. Kvarstående krav på ändringar och förbättringar bör därvid inte vara mera omfattande än att man med säkerhet kan bedöma att ändringar kan göras i provserien utan att komplikationer tillstöter.
- b) Eftersom provserietillverkningen förutsätter en efterföljande serietillverkning ingår normalt båda tillverkningsfaserna i leveransavtalet.
- c) Fullständiga ritningar skall ligga till grund för tillverkningen.
- d) Tillverkningen skall ske med utnyttjande av produktionsverktyg i full utsträckning.
- e) Tillverkaren bör — för att minska risken för underkännande vid leveranskontrollen — göra upp ett tekniskt underlag som möjliggör en snabb och rationell provserietillverkning. Förutom ritningar med material- och komponentspecifikationer bör det tekniska underlaget vid tillverkningsplaneringen omfatta föreskrifter för tillverkningskontroll, provningsföreskrifter för komponenter och enheter samt anvisningar för slutkontrollen. I olika skeden av denna kontroll bör ingå inverkan av miljöfaktorer (se även 2.9).

Ändamålet med provserietillverkningen är sålunda 2.8.4.2

att bereda tillverkaren möjlighet att, dels bedöma hur tillverkningen av konstruktionsdetaljer medelst framtagna verktyg utfaller och tillverkningsprocessen i övrigt fortlöper, dels konstatera om uppställda krav på produkten kan innehållas

att förse beställaren med underlag som gör det möjligt för denne att dels bedöma tillverkningsmetodernas ändamålsenlighet, dels företa praktiska prov i större omfattning än vad som kunnat ske i samband med provningen av prototypen.

Leveransplanering 2.8.4.3

Eftersom åtgärder från såväl beställare som tillverkare vid olika tidpunkter avlöser varandra vid utvärderingen av provserietillverkningen, erfordras en leveransplanering. Den bör omfatta:

1. antal apparater i provserien för utförande av följande prov:
 - a) typprovning (laboratorieprov), normalt av destruktiv karaktär
 - b) driftsäkerhetsprov (laboratorieprov), vartill åtgår minst två apparater
 - c) driftprov i avsedd omgivning (installation)
2. leveranstider samt eventuellt en överenskommelse om framtagande av ett mindre antal apparater i ett tidigt skede av tillverkningen för prov (typprovning)
3. villkor för införing av ändringar under tillverkningen föranledda av tidigare erfarenheter av apparatens svagheter
4. tidsplan efter leverans av provserien omfattande:
 - a) den tid som beställaren förfogar över för utförande av erforderliga driftprov
 - b) tidpunkten vid vilken beställaren efter utförandet av dessa prov bör lämna sitt godkännande för fortsatt tillverkning (serietillverkning).

2.8.4.4 Kommentarer

Ovan angivna procedurregler för behandlingen av provserien har uppställts i syfte att i största möjliga utsträckning minska riskerna för att den seriemässigt framtagna materielen inte besitter önskade egenskaper. För att materielen skall bli så användbar och driftsäker som möjligt måste därför stora resurser, såväl personella som materiella, ställas till förfogande för utvärdering av egenskaperna. Har på grund av tidsnöd eller av andra orsaker undersökningarna inte gjorts tillräckligt omfattande kan man riskera att den vid serietillverkningen framtagna produkten är behäftad med svagheter, vilkas tillrättläggande i detta stadium medför irritation, leveransförseningar och därtill stora kostnader.

Det kan icke undvikas att det åtgår en relativt stor del av leveranstiden vid en utvärdering av provserien. Denna tid kan emellertid minskas betydligt genom viss chanstagnation från båda parter. För att minska igångsättningstiden för serietillverkningen kan t ex överenskommas att tillverkaren i viss utsträckning upphandlar material och komponenter som erfordrar långa leveranstider.

2.8.5 Serietillverkning

Erfarenheter från provserietillverkningen skall effektivt utnyttjas till förmån för serietillverkningen. De vid provserietillverkningen vidtagna åtgärderna ändras och kompletteras eventuellt för anpassning till serietillverkningen.

Om det vid utvärderingen av provserien framkommit krav på ändringar vid serietillverkningen införs erforderliga ändringar på en *förserie*, som man tar fram separat och därefter underkastar erforderliga undersökningar för att verifiera förbättringarna.

Vid serietillverkningen som normalt sträcker sig över relativt lång tid bör leveransen uppdelas i partier. Eventuella ändringar mellan partierna, t ex ändring i material, komponenter eller byte av underleverantör, skall skriftligen överenskommas med beställaren samt införas i tillverkningsjournal.

Föreskrifterna för leveranskontrollen enligt 2.9 kommer vid serietillverkningen att tillämpas i full utsträckning.

Beskrivningsunderlag

2.8.6

Tillverkaren skall i samband med *provserietillverkningen* i god tid till beställaren överlämna en kortfattad instruktion för materielens handhavande.

Tillverkaren skall i god tid före första delleverans av *serietillverkningen* till beställaren överlämna underlag för utarbetande av beskrivningar, instruktioner för materielens handhavande (del I), service (del II), detaljkatalog eller detaljlista.

I *del I* skall ingå uppgifter om materielens installation, nominella data, dimensioner, vikt, en kort beskrivning av materielens funktion, handhavande och föreskrifter för åtgärder vid driftstörningar.

Del II är avsedd för personal som utför injustering, reparation och service. Den skall följaktligen innehålla en detaljerad beskrivning av materielen, dess funktion, anvisningar för trimning, felsökning och uppgifter om ingående komponentvärden och typer.

Detaljkatalogen skall omfatta en detaljförteckning jämte bilder i form av teckningar eller fotografier över i materielen ingående enheter, så utförda att komponenter och detaljer lätt kan identifieras. Komplicerade anordningar bör illustreras med sprängbilder.

Detaljlistan skall omfatta en förteckning över i materielen ingående komponenter och enheter med hänvisning till kopplingsschema. Till varje del skall i form av bilagor fogas alla de scheman, skisser, fotografier m m som kan anses vara erforderliga för att komplettera och förtydliga de i texten givna uppgifterna.

När ovannämnda underlag utarbetas skall tillverkaren hålla kontakt med beställaren som ger direktiv om arbetets utformning.

Kvalitetskontroll

2.9

Denna sammanställning har till ändamål att redogöra för den kontroll som såväl tillverkare som beställare dels var för sig, dels tillsammans bör utföra för att säkerställa att produkter av tillfredsställande kvalitet levereras till försvarets myndigheter.

2.9.1 **Kontrollens ändamål**

Kontrollverksamheten i samband med tillverkning och leverans har till huvudsaklig uppgift att övervaka tillverkningen och genom provning verifiera att den tillverkade materielen är fullgod, ändamålsenlig och driftsäker samt uppfyller i det tekniska underlaget fastställda kvalitetskrav.

Det tekniska underlaget skall sålunda vara noggrant utarbetat, så att kvalitetskraven är klart och entydigt uttryckta. Härigenom vinner man bl a fördelen att erforderliga kontrollåtgärder och därav föranledda kostnader från början kan överblickas.

Framställningen av den elektroniska materielen är ofta komplicerad och innefattar mycket manuellt arbete, varför kontrollen måste vara omfattande. Av de tillverkningsföreskrifter som utarbetas av tillverkaren skall klart framgå på vilka punkter i tillverkningsprocessen som kontrollen skall sättas in. Kontrollens omfattning skall vara så stor att en hög och jämn tillverkningskvalitet kan garanteras.

2.9.2 **Nomenklatur**

Här anges några benämningar som används vid kontroll av elektronisk materiel.

Kontroll

Undersökning att ett objekt befinner sig i bestämt skick eller att ett förlopp sker på bestämt sätt.

Anm. Undersökningen behöver inte beröra samtliga egenskaper hos undersökningsobjektet, utan endast de egenskaper för vilka fordringar är uppställda, t ex i en viss standard. Kontrollen omfattar

- provning och observation
- jämförelse av provningsresultatet med fordringarna
- bedömning av om fordringarna är uppfyllda
- åtgärder i anslutning till bedömningen

I förekommande fall innefattas även provtagning och provbedömning.

Allkontroll

Kontroll vid vilken alla enheter undersöks med avseende på viss(a) egenskap(er).

Anm. Förleden »all» innebär inte att undersökningen behöver omfatta samtliga de egenskaper för vilka fordringar är uppställda.

Delkontroll

Kontroll vid vilken endast en del enheter undersöks.

Typkontroll

Kontroll som utförs på en enskild enhet eller på flera enheter av samma typ för bedömning av typen med hänsyn till avsedd funktion och andra uppställda fordringar.

Anm. Typkontroll utförs i regel innan tillverkningen sätts igång eller på enheter ur det först tillverkade partiet. Den kan upprepas under löpande produktion dels när man önskar verifiera att fastställda typdata innehålls, dels när konstruktion eller tillverkningsmetoder ändras. Med hänsyn till materielens utförande kan undersökningen behöva omfatta även andra förhållanden än sådana för vilka krav uppställts.

Som ett led i typkontrollen ingår typprovning.

Kontroll av utfallsprov

Kontroll av enhet ur första serie eller löpande tillverkning för bedömning av ritningsunderlagets, verktygens eller tillverkningsmetodens lämplighet.

Anm. Kontrollen utförs enligt föreskrifterna för typkontroll och sker normalt genom provuttag efter det att tillverkningen satts igång.

Förnyad kontroll av utfallsprov kan utföras vid mindre ändringar i konstruktion eller tillverkningsmetod, varvid kontrollen normalt omfattar endast därvid påverkbara funktioner eller utföranden.

Leveranskontroll

Den kontroll som utförs av statlig myndighet sedan beställt gods färdigställt (jfr 1952 års upphandlingsförordning).

Prov

Mindre mängd av en vara, en produkt etc uttagen ur en större mängd och avsedd för provning.

Anm 1. Ett prov kan bestå av ett eller flera exemplar av sak- eller formvara, *sakprov*, eller av en kvantitet mängdvara, *mängdprov*.

Anm 2. Termen används inte endast då den större mängden ur vilken provet uttas finns samlad vid provtagningen, utan även då den mindre mängden uttas t ex i början av en tillverkning eller successivt under tillverkningens gång.

Anm 3. Som efterled i sammansättningar kan -prov användas i stället för -provning, t ex brinellprov, spänningsprov.

Provning

Undersökning utförd på ett objekt i syfte att mäta, gradera eller i övrigt bestämma egenskap, sammansättning eller annat kännetecken.

Parti

Viss mängd som på en gång förvaras, tillverkas, avlämnas, förbrukas, säljs, kontrolleras e d och som man i samband med någon av dessa åtgärder vill betrakta som en enhet.

Anm. Termens innebörd anges närmare genom tillägg av en förled, t ex tillverkningsparti, kontrollparti.

Kontrollföreskrifter enligt »Allmänna bestämmelser av år 1957 för leveranser till försvarets myndigheter» 2.9.3**Säljarens kontroll** 2.9.3.1

I »Allmänna bestämmelser av år 1957 för leveranser till försvarsmyndigheter» föreskrivs att gods skall vara kontrollerat av säljaren och befunnet vara i enlighet med i ritningar eller i andra handlingar angivna fordringar, innan det framläggs för köparens kontroll.

Ansvar för att materielen är av avsedd kvalitet åvilar således leverantören. Denne är också ansvarig för underleverantörs material och arbete som för sitt eget.

Över den kontroll som avtalats skall leverantören upprätta och tillhandahålla beställaren provningsintyg, utvisande arten, omfattningen och resultaten av företagna prov. För *kontrollverksamheten* erforderliga apparater och mätutrustningar skall, om annat icke överenskommits, utan kostnad för beställaren tillhandahållas och iordningställas av leverantören. Utrustningen skall vara tillräcklig för att möjliggöra kontroll i takt med tillverkningen.

Säljare (leverantör) svarar för att tillverkarens åligganden om annat icke avtalats uppfylls enligt föreskrifterna i avsnitt 2.9.

Köparens kontroll 2.9.3.2

Förutom i avtalet angiven provning äger beställaren rätt att kontrollera att godset överensstämmer med i ritningar, beskrivningar, specifikationer och andra handlingar angivna fordringar.

Beställaren äger rätt att i samråd med leverantören kontrollera tillhandahållna mätdon, verktygs- och provningsanordningar. Beställarens kontroll utförs av kontrollant som utses av beställaren.

Kontrollanten skall under hela den tid arbetet pågår ha fritt tillträde till de avdelningar hos tillverkaren där tillverkning av den beställda materielen bedrivs.

Leverantören är skyldig att under tillverkningens gång samt vid leverans lämna beställarens kontrollant alla upplysningar som efterfordras för bedömning av godsets kvalitet, i den mån dessa inte röjer tillverkningshemligheter.

2.9.4 Speciella kontrollföreskrifter

Speciella kontrollföreskrifter kan omfatta bl a

- typkontroll
- kontroll av utfallsprov
- gemensam kontroll
- partiindelning

2.9.4.1 Typkontroll

Normalt föreskrivs att materielen skall underkastas typkontroll. Denna utförs om möjligt på prototypen eller på produkter från provtillverkningen, och omfattar en allsidig provning av materieltypen. Härvid kontrolleras även hur materielen påverkas av miljöpåverkningar, såsom värme, kyla, fukt, vibrationer, mekaniska utmattningspåverkningar, driftsäkerhet, underhåll och service. Vanligtvis finns speciella typkontrollföreskrifter utarbetade. Typkontrollen utförs normalt av beställaren under medverkan av leverantören.

Uppdrag kan även lämnas provningsanstalt e d att utföra provning enligt överenskommelse mellan beställare och leverantör. Resultatet av denna provning anses i regel bindande för både beställare och leverantör om inte annat avtalats.

2.9.4.2 Kontroll av utfallsprov

Utfallsprov skall godkännas av beställaren innan serietillverkningen får sättas igång. Förnyat utfallsprov kan dessutom påfordras under serietillverkningen.

Eventuella ändringar införs vanligen efter det att pågående tillverkningsparti färdigställts.

2.9.4.3 Gemensam kontroll

I de fall kontrollen är dyrbar eller förstörande föreskriver det tekniska underlaget i regel att den skall utföras gemensamt av köparen och säljaren. Härvid gäller enligt »Allmänna bestämmelser av år 1957»:

»Om köparen utför i avtalet angiven provning hos säljaren, skall detta regelmässigt ske under normal arbetstid. Därest annat icke överenskommits, skall säljaren härvid kostnadsfritt tillhandahålla erforderliga mätdon, verktyg, provningsanordningar och lokaler jämte erforderlig personal för provningens genomförande samt bestrida alla övriga kostnader för denna provning med undantag av personliga utgifter för köparens kontrollant.»

Partiindelning

2.9.4.4

När så föreskrivs skall materielen under tillverkning och vid leverans vara sammanförd i partier med avseende på dygns-, vecko- eller månadsproduktion. Vid paralleldrif med olika maskiner kan det dessutom vara lämpligt med maskinpartiindelning.

Delleveranser i mindre poster bör där så är möjligt undvikas. Kontroll av större leveransposter möjliggör användning av rationella kontrollmetoder.

Tillverkarens kontroll

2.9.5

Tillverkarens kontroll skall planeras och genomföras på sådant sätt att köparen garanteras produkter av avsedd kvalitet.

Kontrollens planering och organisation

2.9.5.1

Kontrollens planering skall utgöra en integrerande del av tillverkningsprocessens planering. Vid planeringen av kontrollen bör bl a iakttas

att erforderliga specifikationer och metodbeskrivningar finns utarbetade för råmaterial, detaljer, komponenter, delsammansatta eller sammansatta enheter som inköps från utomstående företag

Obs! I de fall egenskap anges med tolerans och viss fördelning av de levererade produkterna inom toleransområdet fordras, måste detta speciellt anges. Så t ex kan det vara nödvändigt att föreskriva att produkternas mätvärden skall vara centrerade kring toleransområdets mitt för att slutprodukten skall få erforderliga funktionsmarginaler

att nödvändiga kontrolltempon eller kontrollstationer inläggs i tillverkningskedjan

att kontrollinstruktioner utarbetas för kontrollen under tillverkningen

att föreskrifter för slutkontrollen utarbetas

Dessa föreskrifter skall omfatta

a) uppgift om erforderliga mätinstrument och koppling för mätningens genomförande

b) beskrivning av mätningens utförande

att erforderliga mätdon, kontrollinstrument och metodbeskrivningar finns tillgängliga

att föreskrifter för kontroll av mätdon, kontrollinstrument o d finns

Tillverkaren skall delge beställarens kontrollorgan de specifikationer, kontrollinstruktioner, metodbeskrivningar som utarbetats. Vidare skall tillverkaren meddela vilka kontrollinstrument som kommer att användas samt i övrigt lämna de uppgifter om sin kontroll som kan erfordras för bedömning av kvaliteten på levererade produkter. Även namnet på den chef som är ansvarig för kontrollen skall uppges.

Det förhållandet att beställarens kontrollorgan delgivits ovan angivna uppgifter fritar inte leverantören från ansvaret för att materielen blir av avsedd kvalitet.

Om specifikationer, ritningar, kontrollinstruktioner eller andra handlingar som ingår i det tekniska underlaget måste ändras är tillverkaren skyldig att meddela beställaren och övriga berörda instanser härom.

2.9.5.2 Materialkontroll

Materialkontrollen innefattar kontroll av att utgångsmaterialet för tillverkningen motsvarar gällande materialspecifikationer beträffande sammansättning, dimensioner, mekanisk och elektrisk hållfasthet och övriga för tillverkningen ifråga betydelsefulla egenskaper. Om viss bedömning av materialets kvalitet baserar sig på av materialleverantören utfärdade certifikat eller provningsintyg

skall tillverkaren övertyga sig om att den av underleverantören använda provningsutrustningen är ändamålsenligt utförd och så kalibrerad att resultatet av kontrollen inte blir missvisande.

Komponentkontroll

2.9.5.3

Denna kontroll berör komponenternas egenskaper, såsom märkdata, dimensioner och inverkan av miljöpåkänningar. Kontrollen omfattar dels typkontroll enligt typkontrollbestämmelserna, dels mottagningskontroll, som huvudsakligen gäller märkdata. Därvid bör undersökas om erhållna mätvärden är centrerade kring toleransområdets mitt, när så är föreskrivet, se 2.9.5.1.

Även om beställaren i avtalet begärt att tillverkaren skall använda rekommenderade och standardiserade komponenttyper, som genomgått typprovning med godtagbart resultat, så fritar detta inte tillverkaren från skyldigheten att vidta en effektiv mottagningskontroll. Skulle det vid denna kontroll visa sig att fabrikkatet inte har tillfredsställande egenskaper bör rapport härom lämnas beställaren och Försvarets teletekniska laboratorium (FTL).

Kontrollen av egna eller av underleverantör tillverkade detaljer sker på samma sätt som för komponenter (typkontroll och mottagningskontroll).

Kontroll under tillverkningsprocessen

2.9.5.4

Kontrollen under tillverkningsprocessen sker i huvudsak vid de kontrollstationer som fastställts vid kontrollplaneringen. Den skall utföras kontinuerligt och inbegripa dels monterings- och sammanställningskontroll, omfattande bl a sammansättningsarbetet, ledningsdragningen och lödningen, dels kontroll av funktionsdata hos ingående enheter. I vissa fall kan det vara lämpligt att kontrollstationerna för dylika enheter förses med anordningar för åstadkommande av lämpliga miljöpåkänningar, t ex vibration. Injusterings(trimnings)arbetet skall utföras enligt de föreskrifter som utarbetats vid kontrollplaneringen. Erhållna mätvärden skall noteras. För stabilisering och kontroll av utförandet skall produkten vanligen genomgå en *åldringsprocess* (temperaturväxlingar kombinerade med skakprov eller vibrationsprov) före sluttrimningen.

Normalt ingår i avtalet bestämmelser om *inkörningstid* före slutprov och leverans. Under dessa prov kan vissa mekaniska och klimatiska påkänningar på materielen påfordras. Tillverkaren skall protokollföra de fel och reparationer som kan förekomma vid proven.

Felaktig materiel som påträffas under kontrollen skall bortsorteras och märkas på lämpligt sätt, för att den inte skall kunna användas i produktionen innan den tillrättats. Orsakerna till felen skall undersökas och eventuella åtgärder vidtas, så att ett upprepanande förhindras.

I allmänhet bör *tillverkningsjournal* föras, i vilken noteras de material- och komponentkvaliteter, tillverkningsmetoder, blandningsförhållanden o d, samt maskiner och mätdon som använts, eventuella ändringar under tillverkningens gång samt erforderliga mätvärden i tidsföljd som referens för kontinuitet i tillverkningen.

2.9.5.5 Slutkontroll

Slutkontrollen är tillverkarens kontroll av utförande och föreskrivna funktionsdata enligt leveransavtalet. Slutkontrollen skall för elektronisk materiel normalt utgöras av en allkontroll. Vid slutprov får *inga justeringar eller trimningar* göras. Endast de inställningsorgan som normalt är avsedda för driftpersonalen får användas. Kan avtalade värden inte innehållas skall materielen återgå för åtgärd.

Mätprotokoll vid slutkontrollen skall föras för varje enhet och slutprodukt, varvid mätvärdena anges enligt leveransbestämmelserna.

I protokollet skall införas

- a) hänvisning till gällande kontrollinstruktioner
- b) inställningsföreskrifter för de funktioner som skall mätas
- c) hänvisning till mätmetod för ifrågavarande funktion
- d) normala mätvärden jämte tillåtna toleransgränser för varje funktion
- e) *mätta* värden
- f) datum och underskrift (signatur) av provare och eventuellt av kontrollant

Anm. Toleransgränserna för funktionerna fastställs lämpligen efter det att tillverkningsprocessen stabiliserats, t ex efter första leveranspartiet.

Driftsäkerhetskontroll

2.9.5.6

Om i avtalet föreskrivits att materielen skall uppfylla däri angiven garanti på driftsäkerhet skall kontroll härav ske enligt särskilda föreskrifter.

Anmälan om leveranskontroll

2.9.5.7

Leverantören skall i god tid före önskad leveranskontroll till beställaren anmäla att materielen är leveransklar. Innan materielen framläggs för beställarens kontroll skall den vara kontrollerad och godkänd av leverantören. Resultatet av tillverkarens kontroll (mätprotokoll, certifikat) skall delges beställarens kontrollant.

Beställarens kontroll

2.9.6

Kontrollplats

2.9.6.1

Kontrollen förrättas i regel på den ort där materielen tillverkats och i därför lämpad lokal. Till kontrollantens förfogande ställs ett läsbart utrymme för förvaring av mätdon och kontrollinstrument tillhörande kontrollanten.

Kontrollens utförande

2.9.6.2

Beställarens kontroll skall utföras så, att man erhåller tillräcklig säkerhet för att den materiel som mottas av beställaren uppfyller de i det tekniska underlaget angivna fordringarna.

Hur beställarens kontrollinsats skall disponeras bestäms från fall till fall, varvid hänsyn tas bl a till effektiviteten hos leverantörens kontroll och de informationer man kan erhålla genom denna (provningsintyg, tillverkningsjournaler, kontrollföreskrifter, mätprotokoll o d).

Beställarens kontrollant äger rätt att med egna instrument kontrollera samtliga av tillverkaren redovisade mätresultat.

Bedömningen av de beställda varornas kvalitet bör sålunda grundas dels på de informationer man kan få genom studium av leveran-

törens produktionsprocess och tillverkningskontroll, dels på resultatet av de prov som skall redovisas vid slutkontroll eller som utförs för beställarens räkning eller av dennes kontrollant.

I början av en tillverkning eller i övrigt när de ovannämnda informationerna är otillräckliga måste givetvis beställarens kontrollinsats genom egna provningar ökas.

Beställarens kontroll blir, om den utförs enligt de anförda principerna, huvudsakligen en kontroll av leverantörens kontroll.

Att utföra allkontroll, att justera förekommande fel eller att söka efter källan till fel för att fastställa orsaken tillhör leverantörens arbetsområden och bör endast i undantagsfall utföras av beställarens kontrollpersonal.

2.9.6.3 Bedömning av fel

Om vid beställarens allkontroll fel påträffas på materielen men dessa bedöms vara av ringa betydelse för materielens ändamålsenlighet avgörs i varje speciellt fall om materielen ändå kan godkännas.

Felen skall anges i kontrollrapporten.

Vid beställarens delkontroll med statistiskt provuttag ur ett parti gäller i princip att den minsta avvikelse från angiven fordran skall räknas som fel, i annat fall riskerar man att partiet blivit felaktigt bedömt.

Om mätvärden huvudsakligen är fördelade intill någon toleransgräns och icke kring toleransområdets mitt (konstruktionscentrum) inverkar detta ofördelaktigt på funktionsmarginalerna hos den färdiga materielen. En rättelse härvidlag kan påfordras.

2.9.6.4 Kontrollrapport

Kontrollrapporten från beställarens kontrollant är den handling som skall ligga till grund för beställarens beslut angående den till leverans anmälda materielen. Det är därför viktigt att den är till-

räckligt uttömmande för att ge en klar uppfattning om den utförda kontrollen.

Kontrollrapporten bör vara så utförlig att den även möjliggör systematisk bearbetning av kontrollresultaten i avsikt att åstadkomma underlag för avvägning av kommande kontrollinsats, för leverantörens bedömning osv.

Materielens godkännande och avvisande

2.9.7

Materielens godkännande

2.9.7.1

Materiel som vid beställarens kontroll bedöms vara i enlighet med i ritningar, specifikationer eller i andra handlingar angivna fordringar föreslås av kontrollanten till godkännande med stöd av kontrollrapporten. Beställarens kontrollorgan tar slutlig ställning till kontrollrapporten och godkänner eller underkänner materielen.

För godkänd materiel översänds *leveranskontrollbevis* till leverantören med angivande av i vilken utsträckning materielen är godkänd. Först därefter får leverans äga rum.

Överleverans

2.9.7.2

Önskar leverantören leverera och erhålla betalning för överantal när det framställda partiet är större än vad som avtalats före leverans, skall han från beställaren inhämta skriftligt godkännande därom.

Avvisning

2.9.7.3

När det konstaterats att felaktigheterna är flera än som är tillåtet skall hela kontrollpartiet avvisas.

För materiel som avvisas på grund av att den inte fyller avtalade fordringar skall enligt »Allmänna bestämmelser av år 1957» efter avvisningen vidtagna åtgärder och erhållna resultat särskilt redovisas, innan materielen ånyo framläggs för beställarens kontroll. Ny kontroll skall dock normalt inte påfordras om felet varit obetydligt.

2.9.8 **Särskilda föreskrifter för beställarens kontrollant**

Beställarens kontrollant äger under inga omständigheter befogenhet att på eget bevåg ge sådana direktiv eller träffa sådan överenskommelse som går utanför köpeavtalets bestämmelser eller kan medföra krav på jämkning beträffande pris, leveranstid eller kvalitet.

Kontrollant får enligt erhållna direktiv, om detaljer och materiel uppvisar avvikelser som ur teknisk synpunkt kan anses betydelselösa, avgöra om ifrågakvarande detaljer och materiel kan godkännas. I kontrollrapporten skall dock tydligt anges att tillstånd till avvikelse lämnats jämte motivering härför.

Vid framställningar från leverantören i ärenden som rör beställd materiel skall kontrollanten yttra sig beträffande de omständigheter han äger kännedom om och som kan vara av vikt vid ärendenas bedömning.

Beställarens kontrollant skall rapportera förhållanden som synes kunna medföra leveransförsening, oklarheter i det tekniska underlagets tolkning, avsteg från konstruktions- eller tillverkningspraxis, vilka kan förmodas inverka på slutlig kvalitet.

Beställarens kontrollant får icke utnyttja eller obehörigen yppa de arbets- eller tillverkningsmetoder varav han kan komma att erhålla del i samband med tillträde till verkstad eller annan plats där tillverkning bedrivs samt skall i övrigt iaktta tystlåtenhet beträffande förhållanden hos leverantören.

2.9.9 **Gällande bestämmelser**

Tillverkaren (säljaren) är skyldig att iaktta tystlåtenhet beträffande leveransen. Färdigt gods och gods under arbete, som icke ingår i säljarens normala produktion, må icke av säljaren utan beställarens (köparens) skriftliga medgivande i original eller avbildning utställas eller demonstreras för utomstående.

Beställaren (köparen) är skyldig att ålägga kontrollant eller annan representant för köparen som erhållit tillträde till verkstad eller annan plats där tillverkningen bedrivs, att icke utnyttja eller

obehörigen yppa de arbets- eller tillverkningsmetoder, varav han därvid kan komma att erhålla del, samt i övrigt iaktta tystlåtenhet beträffande förhållande hos säljaren. Därest kontrollant eller annan representant för köparen lämnar uppgifter i nu angivna hänseenden till köparen, är denne likaledes skyldig att iaktta motsvarande tystlåtenhet.

(Allmänna bestämmelser av år 1957, p 32 och 33.)

Vid utveckling och tillverkning av materiel av *hemlig natur* gäller särskilda föreskrifter. Information får därvid endast delges de personer som därtill är berättigade. Varje annan person är obehörig.

»SekreSSFöreskrifter för försvarets leverantörer» (Skr Lev), 1956 års upplaga, kan beställas från Armébokförrådet Stockholm 10.

