10 Accelererad provning

10.1 Introduktion

10.2 ALT (Accelerated Life Testing)

ALT är en förkortning av ”Accelerated Life Testing.”

10.3 Parametrisk SALT (Step-stress Accelerated Life Testing)

Exempel 10.1 *Design I*
Här tänker man sig att en typisk funktionstid $T \sim \text{Exp}(\lambda)$, där parametern λ beror av stress-nivån s. Vi betecknar den därför med $\lambda(s)$. Funktionen $\theta(s) = 1/\lambda(s)$ beskriver hur den förväntade livslängden beror av stress-nivån s.

En vanlig ansats är att ansätta att $\lambda(s) = \lambda g(s)$ för någon lämpligt vald funktion $g(s)$. Tre vanliga parametriska uttryck för $g(s)$ är

$$\begin{aligned} g(s) &= s^a \\ g(s) &= e^{-b/s} \\ g(s) &= se^{-b/s} \end{aligned}$$

Alla tre beskriver situationer där felbenägenheten ökar med s (åtminstone om parametern är positiv). Det förekommer att man arbetar med modeller som har fler än en parameter. Exempel: $g(s) = s^a e^{-b/s}$.

Känner man $g(s)$ till fullo, räcker det att testa på en nivå $s_1 > s_0$ (s_0 är den för enheten normala drift-stress-nivån). Den normala situationen är nog emellertid att parametrarna i $g(s)$ ej är kända med någon större exakthet. Då måste man testa på flera nivåer $s_1, \ldots, s_k$. Typiskt väljs testnivåer $s_1 < s_2 < \ldots < s_k$ större än den normala stressnivån s_0 komponenten eller enheten utsätts för. Man vill ju ha snabba resultat. Efter det att man skattat parametrarna i modellen för $g(s)$ med t.ex trolighetsmetoden eller minsta kvadratmetoden, så har man ju även en skattning $\widehat{\lambda}_0$ av $\lambda_0 = \lambda g(s_0)$.

Att man kallar denna situation för "Design I" beror på att man testar n_1 komponenter på stress-nivån s_1, n_2 st på nivån s_2, osv. Det är viktigt att allokeringen av komponenter till de olika test-nivåerna sker slumpmässigt. □

Exempel 10.2 *Design II*
Här tänker man sig en situation där man sätter igång n komponenter samtidigt. Under tiden $[0, t]$ låter man enheterna arbeta under den normala stress-nivån s_0. Sedan (alltså efter tidpunkten t) kör man de enheter som ännu inte gått ner tills "failure" under en accelererad (förhöjd) stress-nivå $s_1 > s_0$. Se lärobokens figur 10.4. □

Man kan även tänka sig att stressnivån s kontinuerligt ökar med testtiden. Sådana situationer brukar kallas "Design III."

Obs att när man använder sig av parametriska modeller, som ovan, är det viktigt

- att fördelningen är av samma typ (t.ex exponential) på olika testnivåer, och
- att man känner till, modulo några skattningsbara konstanter, hur parametrarna i fördelningen beror av stress-nivån.

10.4 Parameterfri ALT

S.k Proportional Hazard-modeller (PH-modeller, modellen där $\lambda(s) = \lambda g(s)$ som studeras i exempel 10.1 är en sådan) karaktäriseras av att felbenägenheten $z(t)$ beror av stress-nivån s (man skriver därför istället $z(t, s)$) på ett sådant sätt att

$$z(t, s) = z_0(t) \cdot g(s)$$

där $z_0(t) = z(t, s_0)$. Då gäller ju för varje stress-nivå s, att $z(t, s) \propto z_0(t)$. Därför benämningen. Det är viktigt att notera att proportionalitetskonstanten $g(s)$ ej förändras med tiden.

Då stressen är s_0 gäller

$$P(T > t) = R(t, s_0) = e^{-\int_0^t z_0(u)\, du}$$

och då stressen är s gäller

$$P(T > t) = R(t, s) = e^{-\int_0^t z_0(u)\, g(s)\, du} = R(t, s_0)^{g(s)}$$

Funktionen $g(s)$ kan man tänka sig olika parametriska utseenden av. T.ex

$$\begin{aligned} g(s) &= s^a \\ g(s) &= e^{-b/s} \\ g(s) &= s e^{-b/s} \end{aligned}$$

PH-modellen blir då semi-parametrisk.