

# ANALYSIS OF RELIABILITY

Jindřich KULÍK, Bachelor Degree Programme (3)  
Dept. of Control and Instrumentation, FEEC, BUT  
E-mail: xkulik00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Marie Havlíková

## ABSTRACT

The paper deals with method of analysis of reliability of technical equipment. The article is concentrate on methods of analysis that are expediency in analysis of printed circuit board. The most considerable is Failure Mode and Effect Analysis, therefore, the paper paid more attention to this method. Second method of analysis mentioned in this article is Fault tree analysis. There is also explained importance of reliability models in analysis of reliability and method of systems modelling.

## 1 ÚVOD

Součástí všech výrobních procesů je zajištění co největší spolehlivosti výrobku. Tedy schopnosti výrobku plnit funkci, pro níž je zkonstruován v předpokládaných technických podmínkách. Spolehlivost je komplexní vlastností. Zahrnuje bezporuchovost, životnost, udržitelnost a další vlastnosti ovlivňující funkčnost výrobku. Při návrhu zařízení je nejdůležitější předpovídání a řízení spolehlivosti [2]. Jelikož je spolehlivost složena z více výše vyjmenovaných vlastností, nelze ji explicitně vyjádřit například číselnou hodnotou. Proto se využívají spolehlivostní ukazatele. Jejich určení je základní úlohou spolehlivostních analýz. Pro výpočet spolehlivosti je důležitá znalost výpočtů pravděpodobnosti a statistiky.

## 2 SPOLEHLIVOSTNÍ MODELY [1]

Základem většiny spolehlivostních analýz je sestavení spolehlivostního modelu zkoumaného zařízení. Modelování zařízení se provádí v tom případě, kdy je nutné zjistit jak jednotlivé komponenty ovlivňují spolehlivost systému jako celku.

Spolehlivostní model je grafické nebo matematické znázornění vztahů sloužící k převodu fyzické struktury systému do formy umožňující sestavit matematický model a provést analýzu spolehlivosti systému. Nejčastěji se používají tyto formy modelů systémů:

- spolehlivostní bloková schémata sériových, paralelních a kombinovaných zapojení prvků;
- grafické a matematické modely Markových procesů;
- grafické modely ve formě stromů poruch;

### 3 ANALÝZA ZPŮSOBŮ A DŮSLEDKŮ PORUCH [2] [4]

Analýza způsobů a důsledků poruch, dále jen FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), je metoda založená na deterministickém způsobu analýzy. Umožňuje identifikaci poruch s významnými důsledky pro systém. Při této analýze se postupuje od základních prvků zařízení, pro které jsou známy spolehlivostní parametry k důsledku poruchy těchto prvků. Popsatelné prvky jsou pak sestaveny do spolehlivostního modelu a je hodnocen vliv poruch jednotlivých prvků na systém. Výsledkem analýzy jsou spolehlivostní ukazatele. Nevýhodou této metody je, že nezahrnuje do výsledků vliv obsluhy zařízení ani poruchy způsobené softwarovými chybami. Vliv těchto jevů lze sledovat jinými metodami, např. Analýzou příčin a následků (Cause-Consequence Analysis CCA).

Pro účely analýzy FMEA je způsob poruchy definován jako vnější projev poruchy prvku. Základem metody je sestavení co nejširšího seznamu způsobů poruch prvků. Tyto informace lze získat ze známých výsledků předešlých zkoušek nebo zkouškami novými.

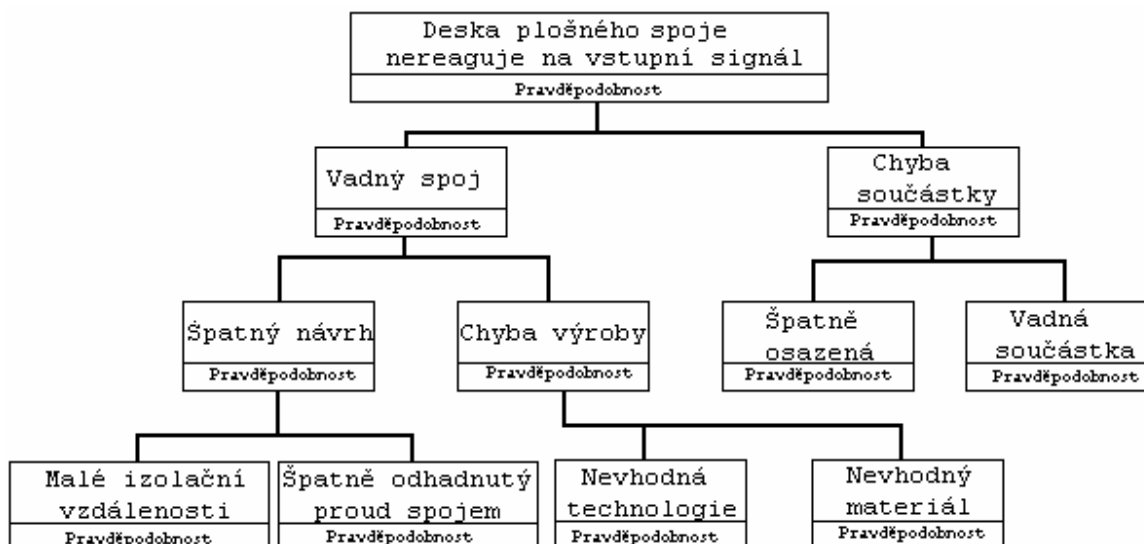
Klasifikace poruch vychází z definice poruchy a existuje více kritérií, podle kterých lze poruchy definovat. Kromě poruch náhodných existují také poruchy, které ovlivní více prvků ve stejný okamžik. Tyto poruchy se nazývají poruchy se společným projevem. Právě kvůli současné poruše více prvků jsou velmi nebezpečné a je nutné se jich pokud možno vyvarovat. Může je způsobit chyba návrhu, montáže, vliv prostředí apod.

Kritičnost poruchy je definována jako závažnost důsledků poruchy a pravděpodobnost, že tyto důsledky nastanou. Kritičnost kvantifikuje analýzu a může rozšířit metodu FMEA. Nelze ji však obecně definovat, neboť závažnost důsledků poruch je možné posuzovat z mnoha hledisek (zastavení výroby, poškození zdraví, ohrožení obsluhy). Podle známých měřítek kritičnosti je možné během návrhu zařízení volit vhodná opatření v zájmu snížení kritičnosti následků poruch například zálohováním, zajištěním poruch typu fail-safe apod.

### 4 ANALÝZA STROMU CHYB

Analýza stromu chyb (Fault tree analysis) je vědecká metoda, umožňující optimalizaci analyzovaného systému z hlediska vzniku poruchy [3]. Vychází ze známé poruchy systému a znázorňuje příčiny nedostatků ve stromové struktuře. Touto metodou je možné vyšetřit správnost návrhu systému. FTA je vhodná pro analýzu spolehlivosti a bezpečnosti složitých systémů. Postup analýzy je opačný oproti postupu FMEA. Jsou známy poruchy systému a hledají se jejich možné příčiny. Hlavním úkolem FTA metody je zjistit základní příčiny nebo jejich kombinace, které mohou mít za následek nebezpečnou událost, která může způsobit vznik poruchy systému.

Nejprve je nutné definovat vrcholovou událost a rozdělit systém na prvky, podobně jako u analýzy FMEA. Vrcholová událost je vnější projev poruchy systému (např. nefunkčnost). Tato událost je na vrcholu stromu. Níže jsou uváděny prvky, jejichž porucha může tuto událost způsobit. Tímto způsobem je popsán celý systém až do nejzákladnějších prvků, součástek viz Obr.1. Z takto sestaveného stromu chyb lze určit žádané spolehlivostní ukazatele celého systému



**Obr. 1:** Příklad stromu chyb

## 5 ZÁVĚR

Záměrem tohoto článku bylo základní seznámení s problematikou určení spolehlivostních ukazatelů technických zařízení, konkrétně desek plošných spojů. Z tohoto důvodu byla velká část věnována metodám analýzy spolehlivosti FMEA a FTA, které jsou pro určení těchto ukazatelů vhodné. Dále byly představeny spolehlivostní modely, jejich funkce a základní druhy. Tyto modely jsou jedním ze základních kroků při rozboru vlastností zkoumaného zařízení.

Širší rozbor této oblasti je obsahem semestrálního projektu. Navazující bakalářská práce bude upřesňovat vhodnost užití Analýzy Způsobů a důsledků poruch a Analýzy stromu chyb pro zjišťování spolehlivosti desek plošných spojů. Rozšířena bude také oblast konstrukce spolehlivostních modelů.

## LITERATURA

- [1] Polsterová, H.: Spolehlivost v elektrotechnice. Brno, VUT, 2003.
- [2] ČSN IEC 812: Metody analýzy spolehlivosti systému. Praha, 1992.
- [3] Hlavička, J.: Diagnostika a spolehlivost. Praha, ČVUT, 1998.
- [4] Leitl, R.: Spolehlivost elektrotechnických systémů. Praha, SNTL, 1990.