

Marián Mesároš *

STANOVENIE MIERY RIZIKA V RÁMCI KVALITATÍVNYCH NORIEM PRI RIEŠENÍ PROBLEMATIKY OCHRANY OSÔB A ICH MAJETKU

EXPOSITION OF MEASURE RISK WITHIN QUALITY NORMS BY SOLVING THE PROBLEMS OF THE PERSONS AND PROPERTY PATRONAGE

Kvalitatívne normy, ktoré sú v súčasnom období zavádzané do všetkých odvetví riadenia, úspešne vstupujú aj do nových druhov manažérskej činnosti, medzi ktoré zaraďujeme aj bezpečnostný manažment. Zmluvný bezpečnostný záujem ochrany personálnych, hmotných a nehmotných chránených aktív prostredníctvom modelu procesne orientovanej ochrany plnohodnotne naplňuje požiadavky kontinuálneho zlepšovania systému manažérstva kvality bezpečnostného procesu.

Článok si kládie za cieľ logicky zoradiť realizáciu bezpečnostného procesu zvýraznením vzniku zákona o súkromných bezpečnostných službách, kategorizáciou jednotlivých stupňov hierarchie realizácie výkonu bezpečnostných služieb a následnú detekciu a odhad rizík, v rámci analýzy bezpečnostného systému, ako základného prvku bezpečnostnej koncepcie.

1. Vznik zákona 379/1997 Z. z. o súkromných bezpečnostných službách a následné profilovanie príslušných kvalitatívnych noriem

Problematika systémov kvality je v súčasnom období aktuálna vo všetkých fázach činnosti výrobného procesu, ale aj v oblasti poskytovania služieb. Zavádzaním systému kvality, s prípadnou následnou certifikáciou, podnik alebo firma prezentujú navonok svoju snahu vychádzať v ústrety požiadavkám zákazníka a dodržiavať presne stanovené postupy, čím zabezpečí dodržiavanie stanovenej úrovne kvality. Bezpečnostný manažment, ako nová súčasť manažovania ľudskej činnosti, je zameraný na riadenie činnosti bezpečnostných služieb.

Skutočnou merateľnou hodnotou tejto činnosti je kvalita výkonu pri ochrane aktív chránených objektov. Neustálemu zdokonaľovaniu kvality bezpečnostného manažmentu napomáha aj poznanie zásad a princípov (profilovanie) komplexného bezpečnostného manažmentu a jeho realizácia v bezpečnostnom procese. Zo získaných skúseností je zrejmé, že z viacerých koncepcií budovania systému kvality sú najrozpracovanejšie normy pre budovanie systému kvality v automobilovom a jadrovom priemysle. Pre posudzovanie kvality bezpečnostných služieb majú význam následovné koncepcie:

Qualitative norms at present being introduced into all sectors of management also enter successfully new sorts of managerial activities including safety management. Contractual safety interest of personal, material and non-material protected assets by means of a model process orientated protection meets fully requirements of continual improvements of managerial quality system of protection process.

The aim of the article is to arrange logically the phases of the safety process development by means of accentuating existence of the private security service law, categorisation of individual parts of the hierarchy of the development of security services and subsequent detection and pre-estimating risks in the framework of the safety system as a basic element of the safety conception.

1. Enforcing law 379/1997 Code of laws on private safety services and consequently profiling pertinent qualitative norms

At present issues concerning quality systems are not only topical in all phases of the production processes but also in all the areas providing services. Introducing quality systems, together with subsequent certification of the company (or the firm presents externally its effort to meet customers' requirements and to observe precisely firmly determined procedures), can provide meeting determined standards of the quality. Safety management, as a new element of the managing human activities, is aimed at managing activities of security services.

Really quantifiable value of this activity is the quality of the performance when protecting assets of the protected objects. Continuous quality improvement of the safety management is also helped by knowledge of principles and rules (of the profiling) of the complex safety management and its carrying out in the safety process. From the acquired experiences it is evident that from many conceptions of developing quality systems the most elaborate norms for designing quality systems can be found in automobile and nuclear industries. For assessing quality of the safety services the following conceptions can be taken into account:

* doc. Ing. Marián Mesároš, CSc.

Faculty of Special Engineering, University of Žilina, work place: Košice, Mlynárska č. 15,
Tel.: +421-55-6771379, E-mail: fsi_ke@stonline.sk

- koncepcia EFQM (Európska nadácia pre manažérstvo kvality)
- koncepcia TQM (Komplexné manažérstvo kvality)
- koncepcia noriem ISO radu 9000.

V roku 1987 vydala organizácia ISO po prvýkrát súbor noriem radu ISO 9000. Dôvodom bola potreba zhrnutia požiadaviek pre budovanie interných systémov kvality v už existujúcich firmách. Uvedený súbor predstavuje interpretáciu jednotlivých postupov pre uplatňovanie manažérstva kvality, ktoré navyše umožňuje jej certifikáciu, určuje hlavné znaky subsystémov, potrebné na určenie zhody, pričom znamená vytvorenie jednotlivých zásad manažérstva kvality.

V súčasnom období sa používajú v bezpečnostnom manažmente normy radu ISO 9000 vydané v roku 1994, ktoré boli orientované na výrobné podniky. Z tohto dôvodu vznikla požiadavka na ich prepracovanie a nové normy boli po pripomienkovaní schválené 15. 12. 2000. V rámci prepracovaných noriem sa uvažuje s pridaním prvkov týkajúcich sa neustáleho zlepšovania sa, ktoré v predchádzajúcej norme neboli zahrnuté. V prípade noriem radu ISO 9000 môžeme všeobecne konštatovať, že zdokumentované postupy na základe požiadaviek noriem, majú zabezpečiť udržiavanie stanovenej úrovne kvality. Systém kvality zabezpečuje cyklické opakovanie určitej činnosti.

Organizácia nemôže očakávať, že systém kvality zmení nerentabilnú prevádzku na rentabilnú, čím by došlo k nepochopeniu poslania skvalitňovania činnosti firiem.

Systém kvality budovanej koncepciou ISO 9000 má svoje opodstatnenie, ak podnik poskytuje služby v dostatočnej kvalite a snahou vrcholového vedenia je túto kvalitu udržiavať na danej úrovni.

V bezpečnostnom manažmente je hierarchické usporiadanie, počínajúc pracovníkmi priamo vo výkone služby, až po vrcholový manažment, ktorý systém kvality moderuje a vyhodnocuje.

Samotný zákon 379/1997 Z. z. bol niekoľkokrát novelizovaný a vo svojej podstate si naďalej zachováva len zákonnú normu a ostáva v pozícii tvorca zásad, ktoré by sa mali rozvíjať v rámci bezpečnostného manažmentu.

Obsah a úlohy kvalitatívnych metód do činnosti bezpečnostného manažmentu zavádzajú vzdelávacie inštitúcie od základných vzdelávacích kurzov až po vysokoškolské vzdelanie. Súčasná obdoba, v rámci vzdelávania bezpečnostných pracovníkov a manažérov, si vyžaduje vytvárať podmienky pre udeľovanie certifikovaných systémov manažérstva vzdelávacej inštitúcie. Touto cestou sa vytvoria podmienky pre vznik manažérskych zručností pre absolventov základných školení, pre študentov všetkých druhov príslušného štúdia a končiac organizáciou, ktorá pôsobí vo vybranom sektore.

Praktický bezpečnostný manažment, využívajúci kvalitatívne metódy riadenia, je založený na odhade príslušného rizika. Preto príslušní manažéri v bezpečnostnom prostredí tomuto problému prikladajú vysokú vážnosť.

- system EFQM (European Foundation of Quality Management)
- system TQM (Total Quality Management)
- system ISO Standards 9000

In 1987 ISO institution issued a body of norms ISO 9000 for the first time. The main reason was a necessity to summarise requirements for developing internal quality systems in existing firms. The mentioned body of norms presents an interpretation of individual procedures for applying quality management, in addition to this, it enables its certification, determines main signs of the subsystems necessary for determining correspondence including formulation of individual principles of managing quality.

At present safety management ISO Standards 9000 (published in 1994), are applied and they were oriented at firms. This reason brought about a new requirement to revise them. New norms after taking into account critical remarks were approved 15 th, December 2000. The revised norms contain new elements concerning continuous improvements which were not included in the previous norms. In case of ISO Standard 9000 it can be stated generally, that documented procedures on the basis of the norms are to maintain the determined standard of quality. The quality system provides cyclical repetition of certain activity.

The organisation cannot expect, that the quality system will turn a non-profitable operation into profitable one, that would mean a misunderstanding of the mission of the improving of the firm activities.

The quality system developed by ISO 9000 can be justified only if the firms offer services of the adequate quality and senior management has an intention to maintain the quality on the determined level.

The safety management has a hierarchical arrangement starting with workers in the service up to top management that moderates and evaluates the quality system.

Law 379/1997 C. of l. itself has been several times amended and basically it functions as a norm and remains in the position of basis for creating principles that should be developed in the framework of the safety management.

The content and aims of the qualitative methods in the activities of the safety management are introduced into educational institutions starting with basic educational courses up to tertiary education. Present period, in the framework of educating safety workers and managers, requires creating conditions for studying certification of the managerial systems in the educating institution. In this way we can create conditions for developing managerial skills for those finishing basic courses, for students of all kinds of particular studies and for organisations acting in the selected sector.

Practical safety management applying qualitative management methods is based on the estimation of the particular risk. Due to this reason particular managers in the safety environment consider this problem very important.

2. Význam rizika v rámci kvalitatívnych metód v praktickom bezpečnostnom manažmente

Odhad rizík je dôležitou súčasťou rozhodovacieho procesu manažérov na všetkých stupňoch riadenia. Trochu zjednodušene môžeme riziko chápať ako predpokladateľnú možnosť či danosť nejakého, spravidla negatívneho javu, ktorý môže nastať. Existuje niekoľko presnejších definícií pojmu rizika zameraných na oblasť ekonomie, ekológie, bezpečnosti pri práci, ale aj marketingu, manažmentu atď. V tomto príspevku sa budeme venovať odhadu rizík vzniku chýb v bezpečnostnom manažmente.

Vedieť v reálnom čase odhadnúť mieru rizika vzniku chyby, dovoľuje v komplexných bezpečnostných systémoch riadenia spustiť ochranné mechanizmy preventívnych opatrení. Tieto môžu v konečnom dôsledku zabrániť ich vzniku alebo eliminovať ich negatívny vplyv.

Keďže výskyt chyby závisí spravidla od náhody, dôležitou charakteristikou vzniku je náhodná veličina, ktorú budeme ďalej nazývať pravdepodobnosť výskytu chyby. Pravdepodobnosť výskytu chýb podstatným spôsobom ovplyvňuje ich hierarchizáciu z hľadiska veľkosti rizík. Napríklad riziko zrútenia stavby z dôvodu zemetrasenia je iné v tektonicky aktívnej oblasti než v oblasti, v ktorej dlhé roky neboli zaznamenané podstatné otrasy. Tomu je prispôbená celá technológia stavby a jej ochrany, aj keď teoreticky nikto nemôže na ktoromkoľvek mieste zeme vznik katastrofálneho zemetrasenia absolútne vylúčiť.

Na odhad pravdepodobnosti výskytu náhodného javu existuje pomerne bohatý matematický aparát. Pri jeho aplikácii do praxe však vznikajú v zásade dva druhy problémov:

- Problém s dodržaním všetkých podmienok plynúcich z teórie. Napríklad dokázať, že dva javy sú na sebe nezávislé, alebo určiť presný odhad podmienených pravdepodobností, môže byť v praxi ťažkým rébusom. Klasická korelačná analýza môže byť úplne nepoužiteľná z dôvodu malého výskytu skúmaných javov.
- Problém s interpretáciou číselného vyjadrenia odhadov. Len málo odborníkov si vie reálne predstaviť rozdiel medzi pravdepodobnosťou výskytu chyby (ak sa navyše v prvom prípade chyba vyskytne hneď na začiatku uvažovaného obdobia).

Napriek spomínaným problémom je požiadavka praxe na jednoduché a relatívne dostatočne presné odhady rizík vzniku chýb v bezpečnostnom manažmente stále aktuálnejšia. Komplexný bezpečnostný manažment je realizáciou bezpečnostného procesu správou a riadením bezpečnostného systému, zameraného na personálnu a osobnú ochranu, resp. ochranu nehmotného a hmotného vlastníctva firmy. Jeho neoddeliteľnou súčasťou je *bezpečnostná analýza*. Ide o posúdenie reálnej zraniteľnosti chránených aktivít lokalizáciou sústreďovania rizík. Týmto sa určujú kritické miesta systému. Na základe takéhoto vymedzenia je možné vypracovať návrh bezpečnostnej koncepcie služieb a mechanizmov na zníženie ohrozenia. Bezpečnostná analýza sa skladá zo systému využitia analytických metód, ktorý tvorí podsystem celkového bezpečnostného systému. Určenie vhodnosti analytickej metódy závisí od jeho zložitosti,

2. Significance of Risk in the Framework of the Qualitative Methods in the Practical Safety Management

Assessing risk is an important part of the decision process of the managers on all levels of management. When simplifying the matter risk can be understood as something that can presuppose (anticipate) existence of some generally negative phenomenon that can come into existence. There are several more precise definitions of the concept of risk applied in the different areas – in economy, ecology, safety at work, in marketing and management and in other fields. In our article we will deal with calculating risk of failure occurrence in safety management.

Knowing how to calculate a risk extent of failure occurrence in real time, enables in complex safety systems of management to release protection mechanisms of prevention regulations. They can prevent in the long run from occurring failure or eliminate negative influence of the failures.

As failure occurrence depends generally on coincidence, an important characteristic of occurrence is an incidental factor, which we will call probability of failure occurrence. Probability of failure occurrence has a basic influence on hierarchizing from the point of view of extent of risks. For example, risk of collapsing of a building caused by earthquake is different in a tectonically active area from the area where for a long time no stronger earthquakes have been recorded. The whole technology and protection of the building is adjusted to this fact though theoretically possibility of earthquake cannot be excluded in any place on the earth.

For calculating probability of occurrence of incidental existence there is a relatively rich mathematical apparatus. When being applied in practice, however, two kinds of problems generally occur:

- the issue observing all conditions in the theory
e.g. to prove that two phenomena are not dependent on each other or to determine precise calculation conditioned probabilities – in practice it can be a difficult riddle. A classical correlation analysis can be totally inapplicable due to low occurrence of studied phenomena.
- the issue combined with interpretation of numerical calculations only few specialist have real concept of difference between probability of failure occurrence of 10^{-7} and 10^{-5} (mainly when a failure occurs immediately at the beginning of the studied period in the first case)

In spite of the mentioned problems, the requirement of the practice for simple and relatively sufficient precise calculations of risk failure occurrence in the safety management is becoming more topical. Complex safety management is carried out by safety process by means of management and managing safety systems aimed at personal and individual protection, respectively protection of non-material and material property of the firm.

Safety analysis is its inseparable part. The point is that it is necessary to judge real vulnerability of protected assets by localising risk concentration. In this way it is possible to determine crucial points of the system. On the basis of such a limitation it is possible to work out a design of safety conception of services and mechanisms for lowering jeopardy. The safety analysis consists of

dostupnosti údajov o poruchách, od dostupnosti technických zabezpečovacích či informačných technológií, ale i do ľudského faktora. Existuje niekoľko kvalitatívnych metód úspešne používaných na odhady rizík. Spomenieme napríklad metódy FMEA, FMECA, HAZOP atď. Ich nevýhodou je, že nepopisujú štruktúru a následnosti vzniku nežiaducich javov, hovoríme, že sú neštrukturálne.

Jednou z najčastejšie na tento účel používaných štruktúrnych metód je metóda Analýza stromu porúch FTA (Failure Tree Analysis).

Analýza stromu chýb je metóda, ktorá na základe grafického riešenia štruktúry problému pomáha k pochopeniu vzťahov a návzáznosti analyzovaných chýb. Osobitný druh systémového zlyhania môže byť vyjadrený v súvislosti s druhmi zlyhania jednotlivých prvkov a činnosti operátorov. Druh systémového zlyhania (koreňová udalosť) sa nachádza vo vrchole zvanom koreň, odkiaľ smerom nadol rozširujúce sa vetvy poukazujú na možné príčiny. Tento postup sa preruší, ak narazíme na udalosti spôsobujúce zlyhanie prvkov, ktoré sa nedajú deliť, tieto nazývame základne udalosti. Analýzu stromu porúch dopĺňa informácia o pravdepodobnosti jednotlivých udalostí. Tá môže byť získaná exaktným spôsobom (pomocou štatistiky), alebo pomocou kvalitatívneho odhadu (najčastejšie skupiny odborníkov).

Každý strom porúch vyšetruje iba jeden z mnohých možných druhov zlyhaní systému, a preto počas hodnotenia akéhokoľvek systému je nutné spravidla zostrojiť viac ako jeden strom porúch. Vrcholy stromu porúch okrem udalosti tvoria aj logické spojenia nazývané hradlá. Tieto vrcholy nepopisujú udalosti, ale logickú väzbu medzi jednotlivými vetvami.

Vyšetrovanie intenzity systémového zlyhania v iných súčasťach integrovaných systémov spravidla predpokladá, že poradie, v ktorom udalosti v systéme vznikajú, nie je dôležité. V prípade analýzy ochranného bezpečnostného systému poradie zlyhaní základných častí je životne dôležité pre funkčnosť systému. Napríklad, ak vznikne nebezpečná udalosť a ochranný systém zlyhá, výsledkom bude nebezpečné systémové zlyhanie. Hoci, ak vzniknú zlyhanie v inom poradí, kde sa nebezpečná udalosť uskutoční pred zlyhaním ochranných systémov, potom výsledkom nebude zlyhanie celého systému. Tento typ situácie je modelovaný uvažovaním o zlyhaniach ako iniciujúcich alebo umožňujúcich udalostiach.

Ak sa iniciujúca udalosť uskutoční medzi t_0 a t_1 , nebezpečné zlyhanie systému sa uskutoční. Hoci, ak iniciujúca udalosť vznikne pred t_0 alebo po t_1 , ochranný systém bude reagovať, ako bolo naplánované. Preto poradie zlyhaní systému je dôležité. Iniciujúce a umožňujúce udalosti sú formálne definované nasledovne:

Iniciujúce udalosti sú udalosti aktívne ovplyvňujúce systémové premenné, sú podnetom na reakciu riadiacich, resp. ochranných systémov.

Umožňujúce udalosti sú udalosti, ktoré nemajú priamy aktívny vplyv na vrcholnú udalosť, ale umožňujú iniciujúcim udalostiam vrcholnú udalosť spôsobiť.

Je treba si uvedomiť, že ak kvalitatívna metóda neuvažuje z rozdelením udalostí na iniciujúce a umožňujúce, potom môžeme

a system applying analytical methods comprising a subsystem of a total safety system. Determining suitable analytical methods depends on its complexity, accessibility of information on failures, on accessibility of technical safeguarding or information technologies including human factor. There are several qualitative methods successfully applied for calculating risks. We mention eg. FMEA, FMECA, HAZOP etc. Their disadvantage lies in absence of describing the structure and subsequent occurrence of undesirable phenomena, we say, that they are non-structural.

One of the structural methods most frequently applied for this aim is a method called Failure Tree Analysis.

Failure Tree Analysis is a method, which on the basis of a graphical solution of the structure of the problem, helps to understand relations and coherence of analysed mistakes. Individual type of a system failure can be expressed by interrelation with other types of failures of the elements and activities of operators. The type of the system failure (root failure) is located at the top of the tree called root from which down to the bottom spreading branches point at possible causes. This procedure is interrupted when we come across the events causing failure of the elements, that cannot be divided; these are called basic events. The failure tree analysis completes the information on probability of individual events. The analysis can be acquired by a scientific method (by means of statistics) or by means of qualitative estimation (of a group of specialists).

Each failure tree analysis analyses only one type of many possible types of failures and that is why during evaluation of any system it is necessary to generally design more than one failure tree. The tops of the trees except events comprise logical connections called - gates. These tops do not describe events but logical connection between individual branches.

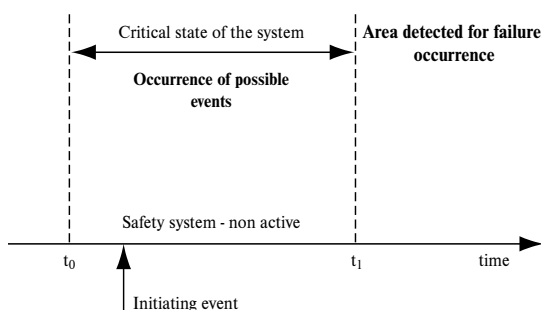
Analysis of the intensity of system failure in other parts of the integrated systems generally presupposes, that the sequence of the events in the system is not important. In case of the analysis of the safety system the sequence of failures of the basic parts is vital for the functioning of the system. For instance - if dangerous events appear and safety system will fail, it will result in dangerous system failure. However, failures can appear in a different sequence where a dangerous event can happen before failing safety systems, then it will not result in failing the whole system. This type of the situation is modelled by means of differentiating failures as initiating or enabling events.

If the initiating event appears between t_0 and t_1 , a dangerous system failure takes place.

Though, if initiating event appears before t_0 or after t_1 the safety system failure will react as it was planned. Due to this reason the sequence in the system failure is important. Initiating and enabling events are formally defined in the following way:

Initiating events are such events that do not have a direct active influence on the top event but they enable initiating events to bring about the top event. It is necessary to realise, that if qualitative methods do not take into account division of events into initiating and enabling then we can presuppose reassessment of expected number of system failures. That can result in a very costly modification of the system because presupposed action of the system will be considered non adequately for unsuitable one. Modifications

predpovedať precenenie očakávaného počtu systémových zlyhaní. To môže vyústiť do veľmi nákladnej modifikácie systému, lebo predpovedaný chod systému bude neadekvátne považovaný za nevyhovujúci. Modifikácie nemusia byť považované za nevyhnutné, ak sa postupuje podľa správnej výpočtovej metódy. Je potrebné neustále to zdôrazňovať, keďže väčšina kvalitatívnych metód nerozlišuje medzi iniciujúcimi a umožňujúcimi udalosťami.



need not be considered inevitable, if a suitable calculation method is applied. It is necessary to stress this constantly because majority of qualitative methods do not differentiate between initiating and enabling events.

Merania dôležitosti

Veľmi užitočnou informáciou, ktorá môže byť odhadnutá alebo odvodená z hodnotenia spoľahlivosti systému, je miera dôležitosti pre každý prvok alebo systém. Analýza dôležitosti je analýza citlivosti, ktorá identifikuje slabé miesta systému a môže byť veľmi prospešná hlavne v etape plánovania. Pre každý prvok miera jeho dôležitosti predstavuje úlohu, alebo funkciu, ktorú zohráva pri spôsobovaní alebo prispievaní ku vzniku vrcholnej udalosti. Vo všeobecnosti numerická hodnota je priradená každej základnej udalosti, ktorá ju dovoľuje zatriediť, podľa miery vplyvu na vznik vrcholnej udalosti.

Miery dôležitosti rozdeľujeme na:

1. deterministické a
2. pravdepodobnostné

Pravdepodobnostné miery ďalej rozdeľujeme: na tie, ktoré sú vhodné pre hodnotenie dostupnosti systému (pravdepodobnosť vrcholnej udalosti) a tie, ktoré sú spojené s hodnotením spoľahlivosti systému (očakávaný počet vznikov vrcholnej udalosti).

Deterministické miery

Deterministické miery hodnotia dôležitosť prvku vzhľadom na fungovanie systému bez uvažovania pravdepodobnosti zlyhania prvku. Štrukturálna miera dôležitosti je definovaná pre prvok i ako:

$$I = \frac{\text{počet kritických stavov systému pre prvok } i}{\text{celkový počet stavov pre } (n-1) \text{ zostávajúcich prvkov}}$$

Kritický stav systému pre prvok i je stav pre zostávajúce $n - 1$ prvky taký, že zlyhanie prvku i spôsobuje zmenu stavu systému z „funguje“ na „zlyhal“. Keďže tieto miery dôležitosti neberú do úvahy pravdepodobnosti zlyhaní prvkov, sú pri riešení praktických problémov málo používané.

Pravdepodobnostné miery (systémy nedostupnosti)

Birnbaumova miera dôležitosti je známa aj ako funkcia kritickosti. Funkcia kritickosti pre prvok i je označovaná $G_i(q)$ a je definovaná ako pravdepodobnosť, že systém je v kritickom stave kvôli prvku i . Ide o súčet pravdepodobností vzniku kritických stavov skúmaného systému pre prvok i .

Miera kritickosti dôležitosti je definovaná ako pravdepodobnosť, že systém je v kritickom stave zavinením prvku i a i zlyhal.

Measuring importance

Very useful information that can be estimated or derived from an assessment of the reliability of the system, is the level of importance of every element or system. The analysis of importance is an analysis of sensibility identifying weak spots of the system and it can be very useful mainly in the phase of planning. For every element the degree of importance presents a task of a function that it plays when adjusting or contributing to the top event. In general, a numerical value is allocated to every basic event participating in the top event according to the degree of influence.

Degree of importance can be divided into:

1. deterministic
2. probabilistic

Probabilistic levels can be further divided into the ones that are suitable for assessing accessibility of the system (probability of the top event) and into those that are connected with assessment of reliability of the system (expected number of occurrences of the top event).

Deterministic levels

Deterministic levels evaluate importance of the element in connection with functioning of the system without taking into account probability of failing the element. The structural level of importance is defined for the element i as follows:

$$I = \frac{\text{number of critical states of the system for element } i}{\text{total number of states for } (n-1) \text{ remaining elements}}$$

Critical state of the system for the element i is a state for the remaining $n - 1$ elements that failing element i brings about a change of the system state -from the state “it functions” into the state “it fails”. As the levels of importance do not take into account probabilities of failing elements they are not frequently applied for solving practical problems.

Probabilistic levels (systems of inaccessibility)

Birbaum's level of importance is known as a function of acuteness. The function of acuteness is an element i and it is specified as $G_i(q)$. It is defined as probability that the system is in a critical state due to the element i . It is a total sum of probabilities of occurrence of critical states and studied systems for the element i .

The level of importance criticality this level is defined as probability that the system is in a critical state caused by the element i and the element i failed.

Fussell-Veseleho miera dôležitosti je definovaná ako pravdepodobnosť spojenia minimálnej rezovej množiny obsahujúcej i , pričom systém zlyhal. Rozmedzia dôležitosti dané metódou Fussell-Vesely sú veľmi podobné tým, ktoré sú vyprodukované mierou kritickosti.

Pravdepodobnostné miery (systémy nespoľahlivosti)

Tieto miery sú vhodné pre systémy, kde je určený interval spoľahlivosti, pričom záleží na poradí, v ktorom prvky zlyhávajú. Všetky miery sú vážené podľa očakávaného počtu systémových zlyhaní v časovom intervale od 0 po t . ($W(0, t)$).

Barlow-Proschanova miera dôležitosti iniciátora – je pravdepodobnosť, že iniciujúca udalosť i spôsobí zlyhanie systému v intervale $[0, t)$. Je to definované na úrovni funkcie kritickosti a intenzity nepodmieneného zlyhania prvku:

Miera dôležitosti umožnitela podľa poradia prispenia – je pravdepodobnosť, že umožňujúca udalosť i dovolí iniciujúcej udalosti spôsobiť systémové zlyhanie počas intervalu $[0, t)$. Index j vo vyjadrení prechádza každou iniciujúcou udalosťou, ktorá je obsiahnutá v rovnakej minimálnej rezovej množine ako umožňujúca udalosť i .

Barlow-Proschanova miera dôležitosti minimálnej rezovej množiny. Táto miera dôležitosti rezovej množiny je pravdepodobnosť, že minimálna rezová množina spôsobí zlyhanie systému v intervale $[0, t)$, pričom systém zlyhal.

Očakávaný počet systémových zlyhaní ako hranica pre systémovú nespoľahlivosť

Očakávaný počet systémových zlyhaní $W(0, t)$ je horná hranica pre systémovú nespoľahlivosť. Ak systém nezlyháva často, táto aproximácia je blízko hornej hranice:

$F(t)$ (nespoľahlivosť) $\leq W(0, t)$ (očakávaný počet systémových zlyhaní)

Nech $P_i(t) = P$ (presne i systémových zlyhaní v intervale $[0, t)$). Nespoľahlivosť $F(t)$ je potom daná:

$$F(t) = \sum_{i=1}^{\infty} P_i(t).$$

Očakávaný počet systémových zlyhaní je

$$W(0, t) = \sum_{i=1}^{\infty} iP_i(t).$$

Potom dostaneme:

$$\sum_{i=1}^{\infty} P_i(t) \leq \sum_{i=1}^{\infty} iP_i(t).$$

Podmienka rovnosť: $P(2 \text{ alebo viac zlyhaní}) = 0$, t. zn. pre spoľahlivé systémy nespoľahlivosť môže byť presne aproximovaná očakávaným počtom systémových zlyhaní.

Použitie systému mier chodu systému

Miery chodu systému sú efektívne využiteľné hlavne v nasledujúcich prípadoch:

Fussell-Vesely's level of importance is defined as probability of connection of minimum cross-section set containing element i , when the system failed. Boundaries of importance are determined by Fussell-Vesely's method and they are very similar to those that are studied by the level of criticality.

Probability levels (systems of unreliability)

These levels are suitable for the systems where the interval of reliability is defined and where the order of failing elements is important. All the levels are weighed according to an expected number of system failures in the time interval from 0 up to t ($W(0, t)$)

Barlow-Proschan's level of importance of initiator. It is a probability where initiating event i causes failing of the system in the interval $[0, t)$. It is defined on the level of function of criticality and intensity of unconditioned failure of the element.

The level of enabler importance according to the order of contribution. It is a probability enabling an event i and it allows initiating event to cause the system failure during an interval $[0, t)$. Index j in the expression goes through every initiating event that is comprised in the same minimum cross-section set enabling event i .

Barlow-Proschan level of minimum cross-section set importance. This level of cross-section set importance is a probability where minimum cross-section set causes failing of the system in the interval $[0, t)$ due to this cause the system failed.

Presupposed number of system failures as a boundary for system unreliability

Expected number of the system failures $W(0, t)$ is an upper boundary for the system unreliability. If the system does not fail frequently, this approximation is near to upper boundary:
 $F(t)$ (unreliability) $\leq W(0, t)$ (expected number of system failures)

If $P_i(t) = P$ (precise number of i of the system failures in the interval $[0, t)$, then unreliability $F(t)$ is defined as follows:

$$F(t) = \sum_{i=1}^{\infty} P_i(t).$$

Expected number of system failures is

$$W(0, t) = \sum_{i=1}^{\infty} iP_i(t).$$

Then we can get the following equation:

$$\sum_{i=1}^{\infty} P_i(t) \leq \sum_{i=1}^{\infty} iP_i(t).$$

Condition for equality: $P(2 \text{ or more failures}) = 0$, that means that for reliable systems unreliability can be precisely approximated by means of expected number of system failures.

Application of the system of levels of the system operation

The levels of the system of the system operation is effectively applied mainly in the following cases:

1. Pre nepretržité systémy, pre ktoré vrcholná udalosť nemôže byť tolerovaná (ak je vrcholná udalosť požiar, explózia) $W(0, t)$ je relevantná miera chodu systému.
2. Keď zlyhanie systému môže byť tolerované, $Q(t)$, $F(t)$ a $W(0, t)$ sú závažné. Pre stredne veľké systémy $F(t)$ je ťažko presne vypočítateľné, ale ak systém je spoľahlivý, potom: $F(t) \approx W(0, t)$
3. Pre náhradné alebo bezpečné systémy $Q(t)$, pravdepodobnosť, že systém zlyhá v prípade potreby, je tiež významná relevantná miera.

Prínosy štruktúrovaných metód

1. Konštrukcia štruktúrovaných metód sústreďuje pozornosť analytika na osobitný nežiaduci druh zlyhania systému, ktorý je obvyčajne, s ohľadom na želané fungovanie systému, identifikovaný ako najkritickejší.
2. Diagram štruktúrovanej metódy sa môže použiť na zlepšenie interpretovateľnosti výsledkov analýzy. Osobitne užitočné v multidisciplinárnom tíme s členmi, ktorí nie sú oboznámení s číselnými mierami chodu systému.
3. Kvalitatívna analýza často poukazuje na najdôležitejšie charakteristiky systému.
4. Použitím údajov o zlyhaní prvkov môže byť štruktúrovaná metóda efektívne kvantifikovaná.

Kvalitatívne a kvantitatívne výsledky spolu zabezpečujú nástroje pre rozhodovanie, spolu s objektívnymi spôsobmi hodnotenia adekvátnosti plánovania systému.

1. For continuous systems for which top event cannot be tolerated (if the top event is a fire or an explosion), $W(0, t)$ is relevant level of the system operation.
2. When failing the system can be tolerated, $Q(t)$, $F(t)$ and $W(0, t)$ are important. For intermediate systems $F(t)$ is difficult to calculate precisely, but if the system is reliable, then $F(t) \approx W(0, t)$.
3. For spare or reliable systems $Q(t)$ presents probability, when the system fails in case of necessity, it is also of relevant level.

Contributions of the structural methods

- 1 Designing structural methods concentrates analytic attention on a special undesirable type of system failure, which is usually, from the point of view of system operation, identified as the most critical.
- 2 The diagram of the structured method can be applied for improving interpretability of the results of the analysis. It is especially useful in a multidisciplinary team with members that are not informed about numerical levels of system operation.
- 3 Qualitative analysis often points at the most important characteristics of the system.
- 4 Structural method can be effectively quantified by means of applying the data about failing of the elements.

Qualitative and quantitative results together provide instruments for making decisions together with objective methods of evaluation of adequate system planning.

Literatúra - References

- [1] JURAN, L.: *Bezpečnostný manažment ochrany objektov*, ALARM magazín, odborný časopis pre bezpečnostný manažment, ročník III, číslo 3/2001.
- [2] SINAY, J.: *Manažment rizika*, Vydavateľstvo OTA, a.s., Košice 1997
- [3] TKÁČ, M. - TURISOVÁ, R.: *Odhad výskytu chýb v procesoch*, 4. ročník medzinárodnej konferencie „Trendy v systémoch riadenia podnikov“, Herľany, 2001.
- [4] TKÁČ, M. - TURISOVÁ, R.: *Nákladová analýza stromu porúch*, 3. medzinárodná konferencia „Nové trendy v systémoch riadenia podnikov“, Viena, Košice, 2000.
- [5] TKÁČ, M.-MESÁROŠ, M.: *Kvalitatívne metódy v praktickom bezpečnostnom manažmente*, OCHRANIARZ-Ogólnopolski Magazyn Zawodowców, Kraków, 2002
- [6] ISSN 1505-7887