

RIZIKO V PODNIKU

Prípadová štúdia 2

Ing. Michal Tkáč, PhD.

Tento učebný text je venovaný hlavne študentom I. ročníka II. stupňa Podnikovohospodárskej fakulty, Ekonomickej univerzity v Bratislave. Text obsahuje prípadovú štúdiu k predmetu Riziko v podniku zameriavajúcu sa na analýzu stromu udalosti.

Analýza stromu udalosti (ETA – Event Tree Analysis). Ide o metódu využívajúcu grafickú stromovú štruktúru sieťového grafu na posúdenie jednotlivých možností budúceho vývoja. Vychádza z takzvanej iniciačnej udalosti a opisuje jednotlivé potenciálne eventuality. Účelom je stanoviť riziko vzniku takejto udalosti – napríklad závažnej havárie, či likvidácie podniku. Základné charakteristiky metódy sú nasledovné:

- Ide o indukčnú metódu.
- Používa stromovú (acyklickú) grafickú štruktúru. Koreň stromu udalostí je iniciačná udalosť.
- Strom udalostí graficky znázorňuje potenciálny rozvoj iniciačnej udalosti do jednotlivých eventualít jej realizácie.
- Každá vetva stromu udalostí predstavuje reťazec eventualít s možnými úspešnými alebo neúspešnými zásahmi „obranných“ systémov.
- Účelom stromu udalostí, z pohľadu modelovania rizika je identifikovať pre danú iniciačnú udalosť všetky reťazce eventualít.
- Aby bolo možné vykonávať detailné posudzovanie rizika, je nutné, aby boli identifikované všetky možné eventuality iniciačnej udalosti,
- Je potrebné overiť, či použitý výpočet nebude neúplný,
- Je potrebné venovať zvýšenú pozornosť udalostiam, ktoré sú úspešné s oneskorením, alebo udalostiam týkajúcim sa zotavenia
- Na začiatku špecifikujeme poruchy a/alebo chyby obsluhy, systémov, ochranných prvkov.
- Identifikuje všetky odozvy systému, vrátane bezpečnostných,
- Výsledkom je sled realizácie iniciačnej udalosti, napr. postupnosť porúch, prípadne chýb, ktoré ju môžu vyvolať a môžu byť hodnotené kvantitatívne.

Príklad

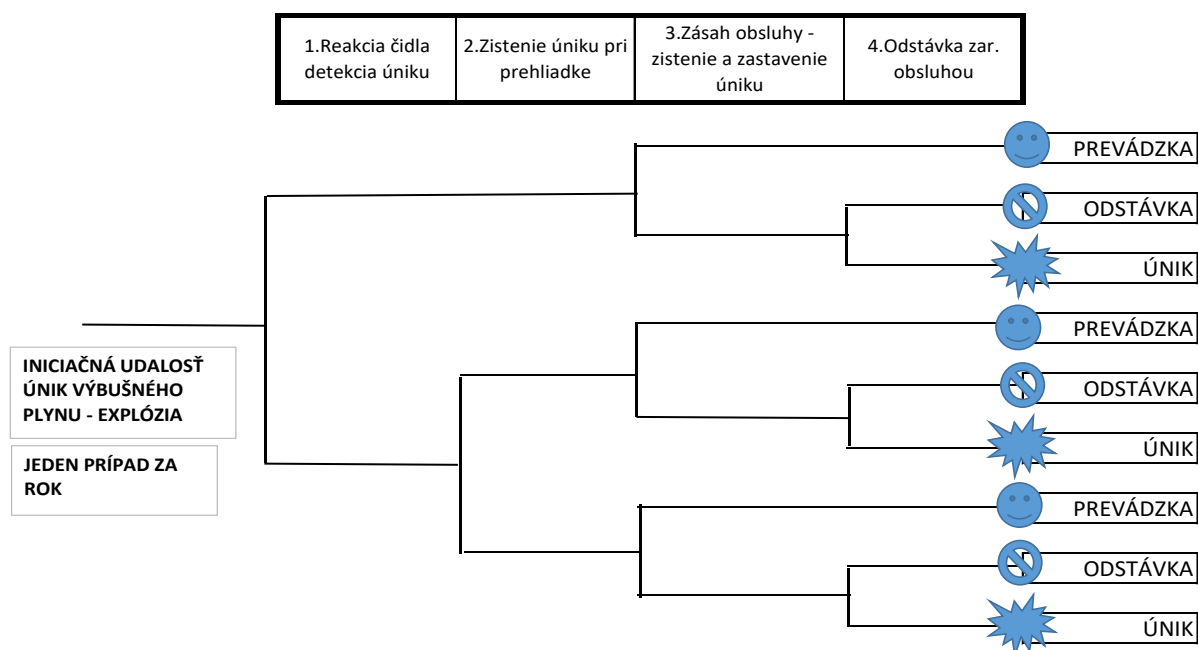
Chemické zariadenie potrebuje na svoju prevádzku dodávku výbušného plynu. Potenciálny únik plynu je nebezpečný, je zdrojom rizika. Hrozí "nedetekovaný únik" plynu s následnou možnou explóziou. Chronologické poradie bezpečnostných funkcií je nasledovné:

1. Reakcia čidla – signalizácia pre operátora "únik plynu" s pravdepodobnosťou poruchy 0,003.
2. Zistenie úniku plynu pri bežnej prehliadke zariadenia s pravdepodobnosťou 0,7.
3. Zásah obsluhy – zistenie a zastavenie úniku plynu s pravdepodobnosťou 0,67.
4. Obsluha odstavi celú zariadenie s pravdepodobnosťou 0,93.

Na základe týchto faktov je potrebné vypracovať strom udalostí o úniku plynu raz do roka. Vypočítajte pravdepodobnosť úniku a odstavenia za rok.

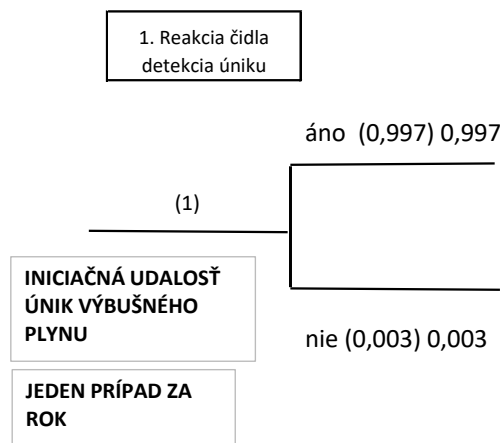
Príklad – ETA riešenie

Dávame otázky, na ktoré odpovedáme áno / nie. Podľa odpovedí konštruujeme štruktúru stromu, vytvárame vetvy stromu udalostí až k vrcholovým udalostiam - listom (prevádzka, odstavenie, explózie) (Obr. 1).



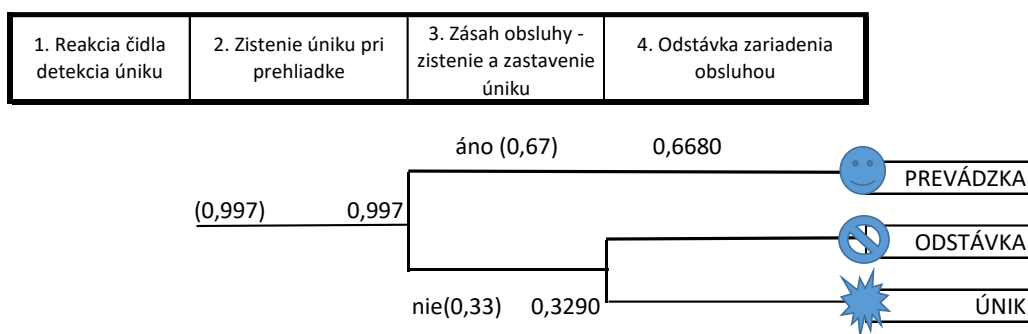
Obr. 1 Strom udalostí s odpoveďami áno/nie

Začínáme od iniciačnej udalosti. Ak nastane únik, je v prvej fáze použitá signalizácia pre obsluhu „únik plynu“ s pravdepodobnosťou chyby 0,003. Vždy môžu nastať dva rozdielne stavy - buď je čidlo funkčné a upozorní únik plynu (áno), alebo nastane čidlom nedetekovaný únik (nie) (Obr. 2).



Obr. 2 Príklad iniciačnej udalosti „reakcia čidla – detekcia úniku“

Teraz doplníme k znázorneným vetvám - stavom pravdepodobnosti, s akými nestanú. Pravdepodobnosť poruchy je daná v zadání 0,003. Pravdepodobnosť, kedy čidlo upozorní obsluhu na únik plynu je teda $(1 - 0,003) = 0,997$. Čísla v zátvorkách predstavujú pravdepodobnosti možných individuálnych udalostí nezávisle na predchádzajúcich udalostiach. Čísla bez zátvoriek znamenajú aktuálne pravdepodobnosti konkrétnej eventuality, t.j pravdepodobnosti javu zloženého zo všetkých javov na ceste ku koreňu v zmysle stromovej štruktúry.



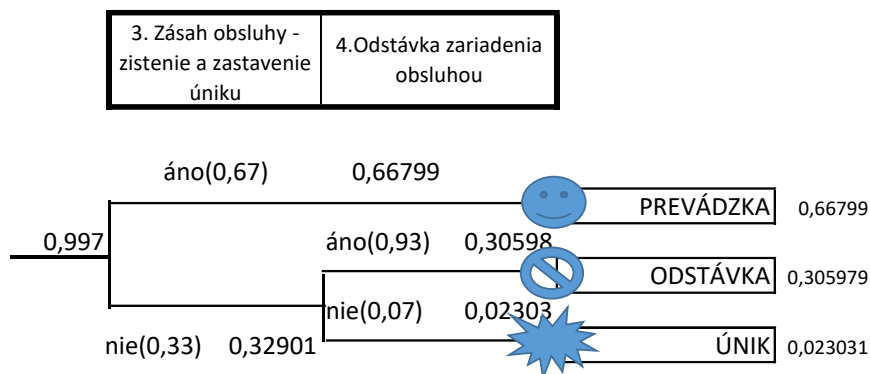
Obr. 3 Príklad iniciačnej udalosti „Zistenie úniku pri prehliadke“

Vzhľadom k tomu, že v ďalšom uvažujeme prípad, keď čidlo upozorní obsluhu na únik plynu, nemá to vplyv na udalosť „2. zistenie úniku pri prehliadke“ a teda prechádzame rovno na krok „3. zásah obsluhy – zistenie a zastavenie úniku“. Obsluhu sa podarí zastaviť únik s pravdepodobnosťou $(0,67)$. Nenasleduje žiadna ďalšia udalosť a dostávame pravdepodobnosť prevádzky ako $P_{prevádzka} = 0,997 \cdot 0,67 = 0,66799$.

Pravdepodobnosť, že sa obsluhu nepodarí zastaviť únik plynu je potom:

$$0,997 \cdot (1 - 0,67) = 0,329$$

Pokračujeme ďalej rozvíjaním situácie, kedy sa obsluhu nepodarilo zastaviť únik plynu (Obr. 4). V týchto prípadoch sa obsluha pokúša o 4. Odstavenie celého zariadenia. Obsluha odstaviť zariadenie úspešne s pravdepodobnosťou 0,93.



Obr. 4 Príklad iniciačnej udalosti „Zásah obsluhy – zistenie a zastavenie úniku“

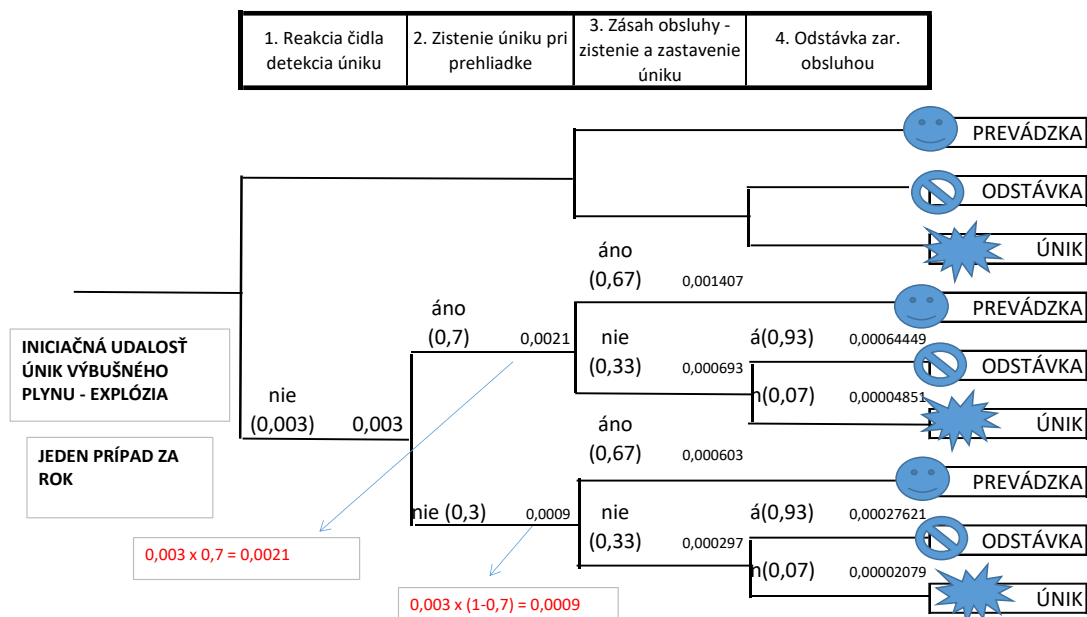
Odstavenie zariadenia (áno) v prípade, že sa obsluhu nepodarilo zastaviť únik, vypočítame ako:

$$P_{\text{odstávka}} = 0,93 \cdot 0,3291 = 0,30598$$

Pokiaľ sa prevádzkovateľovi nepodarí zariadenie odstaviť (nie), nastane únik s pravdepodobnosťou:

$$P_{\text{únik}} = (1 - 0,93) \cdot 0,3291 = 0,02303$$

Obdobne postupujeme v prípade, keď čidlo nezaznamená únik. Opäť poznamenávame, že čísla v zátvorke predstavujú pravdepodobnosti jednotlivých javov bez vplyvu predchádzajúcich javov. Čísla bez zátvoriek prezentujú pravdepodobnosti zložených javov (v prípade že nastanú i predchádzajúce javy). Vzhľadom k tomu, že jednotlivé javy sú navzájom nezávislé, pravdepodobnosť každého konkrétného javu predstavuje súčin jednotlivých pravdepodobností všetkých predchádzajúcich javov (pravdepodobnosti uvádzame bez zátvoriek) v zmysle stromovej štruktúry grafu (Obr. 5).

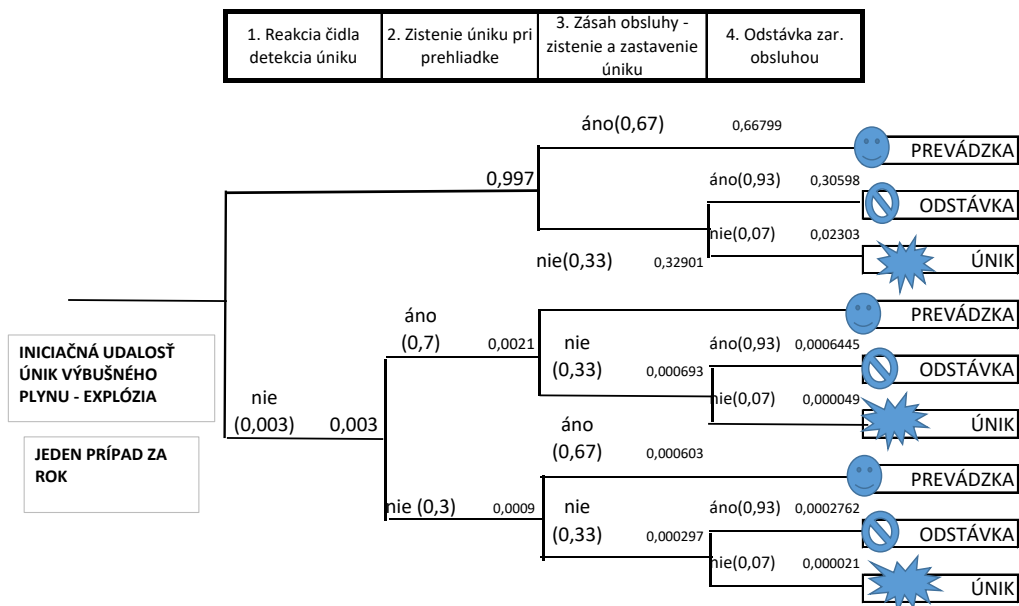


Obr. 5 Výpočet pravdepodobnosti, ak čidlo nezaznamená únik

Teraz už sme schopní odpovedať na otázku, s akou pravdepodobnosťou za rok dôjde k odstaveniu zariadenia a úniku. Pravdepodobnosť odstavenia vypočítame ako súčet čiastkových pravdepodobností odstavenia z nasledovnej siete, rovnako tak pre únik.

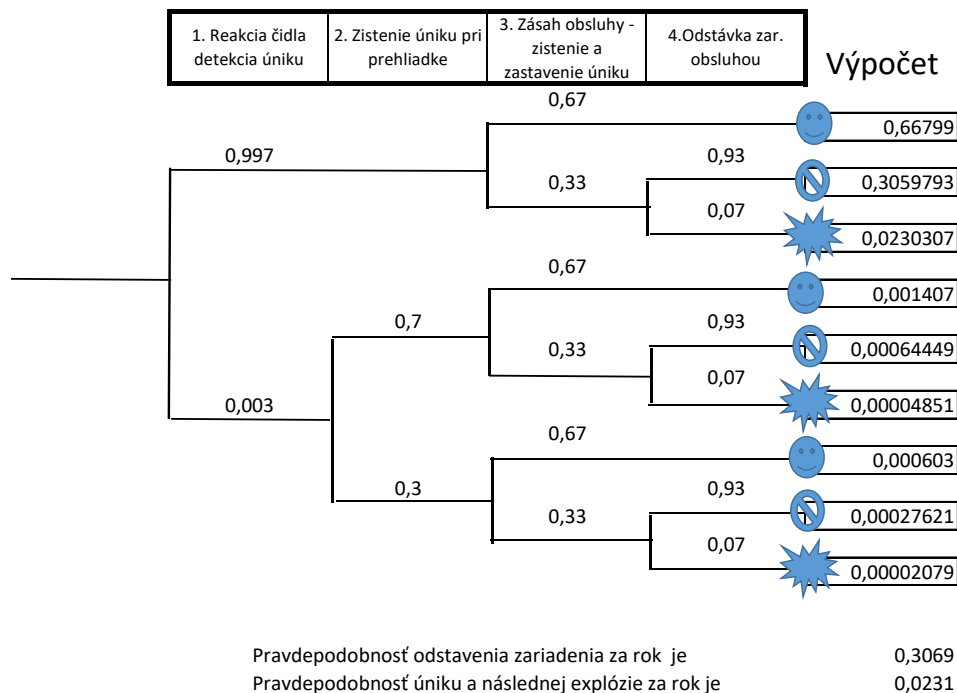
$$P_{\text{Odstávka}} = 0,3308375 + 0,00133 + 0,0003325 = 0,3325$$

$$P_{\text{Únik}} = 0,0174125 + 0,00007 + 0,0000175 = 0,0175$$



Obr. 6 Výpočet pravdepodobnosti, ak za rok dôjde k odstaveniu zariadenia a úniku

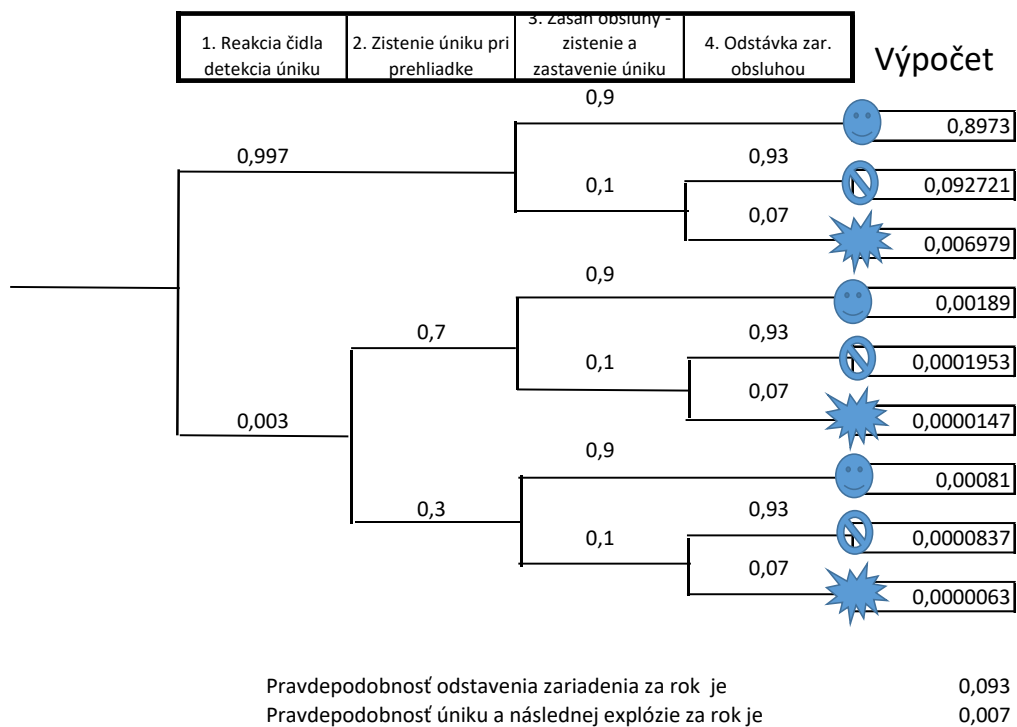
Predchádzajúci názorný výpočet môžeme zjednodušiť. Ak v strome ku každej vetve – eventualite priradíme jej pravdepodobnosť. V pôvodnom výpočte išlo o pravdepodobnosti v zátvorkách. Finálne pravdepodobnosti listov stromu získame ako súčin pravdepodobností jednotlivých vetiev na ceste od koreňa k predmetnému listu (Obr. 7).



Obr. 7 Výpočet po úprave „ku každej vetve – eventualite priradíme jej pravdepodobnosť“

Pravdepodobnosť odstavenia zariadenia za rok je 0,3069. Pravdepodobnosť úniku plynu za rok je 0,0231. Viac ako 30 % pravdepodobnosť odstávky a viac ako 2 % pravdepodobnosť úniku výbušného plynu za rok zrejme nepotešia žiadneho zodpovedného pracovníka. Postup však dáva návod na riešenie. Listy s najväčšími hodnotami (z nášho pohľadu negatívnymi) predstavujú hodnoty, ktoré by bolo treba zmeniť. Najväčšie hodnoty pravdepodobnosti vetiev na ceste od koreňa k nim predstavujú najefektívnejší spôsob zásahu.

Ak by sme napr. jav „3. záseh obsluhy – zistenie a zastavenie úniku“ ovplyvnili takým spôsobom, že by úspešnosť takéhoto zásahu bola 90 %, potom by pravdepodobnosť odstavenia zariadenia klesla na 9,3% a pravdepodobnosti úniku na 7 %. Výpočet je vykonaný na Obr. 8.



Obr. 8 Výpočet pri jave „zásah obsluhy – zistenie a zastavenie úniku“