



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
1 z 48

Revize:
2

Metody řízení kvality

Pro lidi ~~ne~~ teoretiky

Autor: Ing. Lukáš Bakeš

Datum: 04.06.2019

Revize: 2

	Metody řízení kvality	Dok. č.: P6CD022	Datum: 04.06.19
		Strana: 2 z 48	Revize: 2

1 Úvody čtou jenom blázni

A proto stručně formou otázek a odpovědí.

1. Komu je příručka určena?
V zásadě komukoliv, kdo se zajímá o metody řízení kvality, ale primárně je určena pro manažery kvality a další funkce (v malých firmách), pod kterými se řízení kvality skrývá.
2. Komu moc neposlouží?
Pracovníkům v dodavatelském řetězci automotive s přísně nalinkovanými postupy řízení kvality, kde forma i obsah jsou už vymyšlené a více než myšlení a inovace se používá kopírování.
3. Je příručka vhodná pro každou firmu mimo automotive?
Kdepak, příručka je vhodná jen pro firmy (výrobní i poskytující služby), které mají chuť se reálně zlepšovat, pro ty kteří chtějí jenom Potěmkina slouží externí poradenské firmy.
4. Mohou z ní čerpat i firmy s vlastním vývojem?
Určitě, protože provázanost vývoje nových produktů a stávající výroby je ve většině případů klíčová. Jen málo firem vyvíjí zcela nové produkty, i když si to o sobě často myslí, v 99,9% se pouze vylepšují (?) vlastnosti stávajících produktů a proto výstupy z řízení kvality v reálné výrobě poskytuje důležité podklady pro vývoj nových produktů.
5. Kdo je ideálním uživatelem příručky?
Manažer kvality / vedoucí kontroly / jednatel firmy, zkrátka odpovědný pracovník ve středně velké nebo malé firmě, která se chce zlepšovat v kvalitě = chce vydělat více peněz.

2 Rozdělení metod

Existuje řada učebnicových rozdělení metod řízení kvality (procesů), tato dělení jsou pro praktický život kvalitáře k ničemu. Zásadní informací (často nebranou na vědomí zákazník nebo samotnou organizací) pro všechny kvalitáře je, že zdaleka ne všechny metody kvality jsou snadno aplikovatelné a je dobré postupovat od těch nejjednodušších a zároveň nejlépe „šitých na míru“ konkrétním potřebám společnosti. Vždy dodržujte nejzákladnější pravidlo podnikání (a zároveň to můžeme brát jako nejjednodušší metodu kvality), kterým je posouzení costs x benefits neboli porovnání nákladů a přínosů veškerých činností (u změn to platí trojnásob).

Já zde uvedu vlastní praktické rozdělení, které obsahuje pouze skutečně hodnotné metody pro úspěšné použití v jakékoli organizaci (tab. 1).

Nad rámec tohoto dělení existuje samozřejmě mnoho desítek dalších specifických metod, z nichž řada šustí papírem a v reálném životě se s nimi prakticky nesetkáte (z dobrých důvodů), vymýšlejí je obvykle lidé (nebo akademici) odtržení od reality všedního zápasu s nekvalitou.



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
3 z 48

Revize:
2

Co potřebuju ► \$.....přínosy použití Nástroj ▼	Analyzovat současný stav	Zjistit příčinu problému	Identifikovat potenciální řešení	Efektivita potenciálních řešení	Vyhodnotit efektivitu procesu	Nastavit nový proces
8D		\$\$\$	\$\$		\$\$	
Afinitní digram		\$\$	\$\$\$\$			
Brainstorming	\$	\$\$	\$\$			
Brainwriting		\$\$	\$\$			
FTA	\$\$\$			\$\$	\$	
Histogram	\$\$	\$			\$\$	
Ishikawa (rybí kost)		\$\$\$				
Korelační diagram	\$\$\$	\$	\$	\$		\$
Maticový diagram	\$\$		\$\$	\$\$\$	\$	\$\$\$
Pareto	\$\$\$	\$\$			\$	
PDPC diagram	\$		\$\$			\$\$\$
PERT						\$\$\$
Plošný diagram	\$\$\$	\$		\$\$	\$	
Relační diagram	\$\$\$	\$	\$	\$\$		\$\$
Rozhodovací diagram	\$\$			\$		\$\$
Síťový graf	\$\$\$	\$\$	\$\$	\$	\$	\$\$\$
Vývojový diagram (Process flow chart)	\$	\$				\$\$\$

Rozdělení metod

	Metody řízení kvality	Dok. č.: P6CD022	Datum: 04.06.19
		Strana: 4 z 48	Revize: 2

3 Metody řízení kvality

3.1 *8D report*

Použití: komplexní řešení interních neshod nebo zákaznických reklamací

Související metody: Ishikawův diagram, 5xProč?

Ačkoli je to s podivem, tak tuto jednoduchou a účinnou metodu pro **řízení interních neshod a zákaznických reklamací** firmy mimo automotive téměř nepoužívají a firmy, které jsou k tomu svými odběrateli nuceni, ji zase používají pouze formálně, aby splnily předepsanou povinnost. Příklad níže objasňuje praktický způsob práce s jednotlivými body 8D reportu.

Pro úspěšnou aplikaci 8D metody si stačí stáhnout některou z mnoha free šablon, kterou je následně vhodné „domestikovat“ pro použití v konkrétním odvětví. Pokud však nechceme, aby metoda ztratila některou ze svých přirozených funkcí, tak není vhodné zkracovat po bod D4 nebo D5, jak mnohé firmy nesprávně činí.

8D reporty se často stávají základem stále populárnějších znalostních databází (lessons learned), které mohou přinášet firmám pozitivní výsledky i s velkým časovým odstupem.

Příklad: Firma zabývající se opracováním odlitků a svařenců se potýká s opakovanou interní reklamací spočívající v neodpovídajícím povrchu obráběné plochy dílce. Manažer kvality spolu s pracovníky výroby, technologie a kvality analyzovali pravděpodobné příčiny vzniku neshody a stanovili nápravná opatření včetně standardizace. Vše zaznamenali do 8D reportu.



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
5 z 48

Revize:
2

LOGO

8D-Report

CZ-EN SIAG CZ s.r.o.

Dok. č.:
P6CF008

Datum:
1.2.2017

Strana:
1 z 3

Rev.:
4

Dodavatel / Supplier Adresa/ Address / Location Upravitel / Edited by	INTERNÍ NESHODA Bakeš	Revize reportu / Revision of Report Datum úpravy / Edited on	0 05.02.2018
Reklamační/complaint		Číslo reklamační/No. error message	
Interní reklamační 01/18		01/18	
Problém identifikován (datum)/problem known since		Datum vytvoření reklamační/date error message	
02.02.2018		02.02.2018	
Kontaktní osoba zákazník/ contact person customer		Kontaktní osoba dodavatel/ contact person supplier	
Jméno/name	Helmuth Kohl	Jméno/name	Lukáš Bakeš
E-Mail	helmut@helmut.com	E-Mail	Lukas.bakes@email.cz

D1	Stanovený tým/Establishing the Team		
	Jméno/name	Oddělení/dept.	Odpovědný za/responsible for
	Lukáš Bakeš	Kvalita	8D-koordinátor
	Lukáš Bakeš	Kvalita	Kvalita
	Zeman	Kvalita	Kontrola kvality
	Klaus	Technologie	Process opracování
	Havel	Výroba	Vedoucí výroby
	Husák	Projekty	Projekt
D2	Definování problému/Problem Definition		Přílohy/enclosures ☐ Ano/yes ☒ Ne/no
	Technický popis problému (foto, dwg...) / technical problem description (photo, dwg...)		
	Opakované poškození v oblasti opracování plochy pro motory, drsnost povrchu neodpovídá specifikaci na výkrese		
			
	Neshodný díl (číslo výkresu/SAP No.) / Affected Parts:(Mat.-Nr) ZA1234; SAP 98765		



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
6 z 48

Revize:
2

LOGO

8D-Report

CZ-EN SIAG CZ s.r.o.

Dok. č.:
P6CF008

Datum:
1.2.2017

Strana:
2 z 3

Rev.:
4

D3	Okamžitá opatření / Containment Action(s)				
	Opatření/action	Odpovědný/responsible	% Účinnost/effect	Datum zavedení/Implementation date	Příloha/enclosure
	Oprava zjištěných závad	Mach	100%	02.02.2018	Ne
	Kontrola ostatních výrobků na skladu	Zeman	100%	02.02.2018	Ne
	Kontrola ostatních výrobků ve výrobě	Zeman	100%	02.02.2018	Ne
	Jsou všechny vadné díly zajištěny?/Are all affected parts all secured ?			☒ Ano/yes	☐ Ne/no
D4	Kořenová příčina(y) / Root Cause(s)		Přílohy/enclosures		☐ Ano/yes ☒ Ne/no
	Analýza (3x5 Proč) / analysis (3x5 Why)				
	Proč máme problém ?/ Why did we have the problem?	Proč chyba nebyla odhalena?/ Why hasn't the been problem detected?	Proč nebyl problém předvídan?/ Why hasn't the been problem been predicted?		
	Nevyhovující povrch po opracování	Problém byl detekován při výstupní kontrole v černém stavu pracovníkem kvality	Chyba lidského faktoru		
	Proč?/why?	Proč?/why?	Proč?/why?		
	Pravděpodobně uvolněné plátky na fréze	Nedostatečné soustředění			
	Proč?/why?	Proč?/why?	Proč?/why?		
	Pracovník nezkontroloval nástroj	únava			
	Proč?/why?	Proč?/why?	Proč?/why?		
	Pochybení pracovníka výroby	Hodně přesčasových hodin			
	Proč?/why?	Proč?/why?	Proč?/why?		
	Nemoc kolegy na stroji				
D5	Plánovaná nápravná opatření / Chosen Permanent Corrective Action(s)				
	Kořenová příčina/ root cause	Opatření/ action	Odpovědný/ responsible	Termin/ date	Příloha/ enclosure
	Pochybení pracovníka výroby	Červený bod na příslušná pracoviště ve výrobě	Bakeš	KW 06	ne
	Pochybení pracovníka výroby	Seznámení odpovědných pracovníků s interní reklamací	Bakeš	KW 06	Ne
	Pochybení pracovníka výroby	kontrola uvolnění plátků na fréze	horizontkáři	trvale	ne
	Pochybení pracovníka výroby	Vždy nahlašovat závady nalezené při samokontrole pracovníkům kvality	horizontkáři	trvale	ne
D6	Zavedená nápravná opatření / Implemented Permanent Corrective Action(s)				
	Opatření / action	Odpovědný/ responsible	Datum zavedení/ Implementati on date	Příloha/ enclosure	
	Seznámení odpovědných pracovníků s interní reklamací	Bakeš	05.02.2018	Ne	



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
7 z 48

Revize:
2

kontrola uvolnění plátků na fréze

horizontkáři

trvale

ne

Červený bod na příslušná pracoviště ve výrobě

Bakeš

05.02.2018

ne



Vždy nahlášovat závady nalezené při samokontrolě pracovníkům kvality

horizontkáři

trvale

ne

D7 Preventivní opatření / Action(s) to prevent recurrence

Přezkoumání systému/následujících dokumentů / System/ Review of the following documents/systems

Dokument/ document	Aktualizace nutná?/ Update required?		Odpovědný/ responsible	Datum zavedení/ Implementation date	Příloha/ enclosure
	yes	no			
Příručka kvality /Management System Manual		X			
Pracovní postupy / Work Instructions	X		Klaus	15.2.2018	ano
Kontrolní postupy / Inspection Work Instructions		X			
Flow Chart procesu Process Flow Charts		X			
Plán řízení procesu Process Control Plans	X		Bakeš	15.2.2018	ano
FMEA	X		Bakeš	19.2.2018	ano
Je zajištěno, aby se obdobná vada nemohla vyskytnout na podobném výrobku, oblasti, situaci? / Is it ensured that the issue cannot occur anymore in similar type, areas, situations?					☐ Ja/yes ☒ Nein/no

D8 Závěr a hodnocení / Conclusion and evaluation

Stručné shrnutí výsledků / Short summary of results

Pracovníci byli ústně zaškoleni technologem obrábění p. Klausem, byly jim předány fotky a diskutovány s nimi možnosti, jak se obdobným vadám v budoucnu vyhnout. Na pracovišti byly vyvěšeny červený bod s upozorněním, tak aktualizovaný pracovní postup. Pracovníci byly s obsahem seznámeni dne 15.2.2018

Dodavatel – Vedoucí kvality
Supplier – Head of quality

Dodavatel – 8D/NC koordinátor
Supplier – 8D/NC-Coordinator

Datum/Date:
15.02.2018

Unterschrift/signature

Datum/Date:
15.02.2018

Unterschrift/signature



8D report

3.2 *Afinitní diagram*

Použití: potřebuji uspořádat náměty týkajících se určitého problému, s cílem objasnit strukturu problému

Související metody: brainstorming, brainwriting

Afinitní diagram je analytický nástroj pro vytvoření a vhodné uspořádání různých námětů, týkajících se určitého konkrétního problému. Náměty se rozdělují do souvisejících skupin a pomáhají tak lépe pochopit strukturu řešeného problému, což v ideálním případě vede k nalezení skrytých řešení. Afinitní diagram je vhodné použít pro složité problémy s neintuitivním řešením nebo nejasnou strukturou, dále pak pro široce koncipované otevřené problémy typu: „Co všechno můžeme udělat pro snížení počtu reklamací?“ apod.

Postup pro vytvoření afinitního diagramu:

1. Jmenování vhodného týmu – na základě typu problému, doporučuje se doplnit i někým zvnějšku, který může přinést neotřelý pohled na problematiku
2. Stručné a jednoznačné vymezení problému – obecná podstata problému musí být chápána všemi členy týmu
3. Vytvoření seznamu námětů – viz Brainstorming / Brainwriting
4. Uspořádání námětů do souvisejících skupin
Získané náměty se uspořádají například ve formě kartiček na stole a jsou seskupovány do skupin dle vzájemné příbuznosti prvků.
5. Pojmenování každé skupiny námětů – musí jednoduše vystihovat obsah skupiny
6. Vytvoření afinitního diagramu
Všechny náměty jsou graficky zpracovány do jedné přehledné struktury – viz příklad.

Příklad: Firma zabývající se výrobou svařenců se snaží snížit počet reklamací na její výrobky. Přestože náklady na reklamace nejsou dramatické, tak se vedení snaží dlouhodobě zavádět opatření pro zvýšení spokojenosti zákazníků a jako jeden ze samostatných problémů byl v minulém hodnocení spokojenosti zákazníků identifikován problém s opakovanými reklamacemi na stejné díly.

Manažer kvality se spolu s týmem odborníků a jedním obchodníkem rozhodli použít afinitní diagram, jako metodu vhodnou pro daný úkol.



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
9 z 48

Revize:
2

Co všechno můžeme udělat pro snížení počtu reklamací?

Analyzovat příčiny nespokojenosti

Důsledně používat 8D report

Vyžadovat fotky od zákazníka

Vést databázi reklamací s mile stony

Vizualizace reklamací

Červené body na pracovišti

Prezenční listina doplněna o fotografie a popis reklamace

Školení nových zaměstnanců s pomocí Přehledu reklamací

Vizuální doplnění varování do výkresů

Preventivní opatření

Doplnění upozornění do kontrolního protokolu

Doplnění do FMEA produktu

Doplnění upozornění do plánu kontrol

Zavést dočasné 100% kontroly

100% kontrola stejného typu ve výrobě a na skladě

Shromáždit informace o funkčních požadavcích

Sepsat funkční požadavky, které musí být dodrženy

Sepsat požadavky, které mohou být bez následků nedodrženy

Afinitní diagram



3.3 *Brainstorming*

Použití: chci najít řešení problému

Související metody: Ishikawův diagram, 5x Proč?, afinitní diagram

Jednoduchá, ale překvapivě účinná metoda vytváření nápadů. Dá se použít takřka neomezeně pro řešení problémů (hledání příčin selhání, reklamace, neefektivita, plýtvání, poruchovost, nezájmu zákazníků...). Velkým přínosem je okamžitá interakce členů bouře mozků, kdy i nepoužitelné nápady jednoho člověka inspirují ostatní k nápadům, které by je sami od sebe nenapadli.

Klíčový je zde dobrý moderátor, který musí foukat do ohně, čili umět vtáhnout do děje často letargické členy týmu, kteří si to přišli jenom odsedět.

Díky metodě lze pro problém vytvořit mnoho kreativních řešení, čehož docílujeme především tím, že členy nutíme říkat všechny okamžité nápady, které jim přijdou na mysl bez jejich předběžné autocenzury. Proto je **důležité nastavit neformální atmosféru, kde žádný nápad není špatný a jde v první fázi hlavně o kvantitu**.

Po ukončení brainstormingu by měly být nápady ohodnoceny (stanovit kritéria – náklady, časová náročnost, dostupnost zdrojů...), poté můžete dále zkoumat jednotlivá řešení.

Příklad: Firma zabývající se výrobou svařenců se snaží optimalizovat jednotlivé operace s tím, že je třeba se prioritně zaměřit na procesy, které nepřinášejí výrobku přidanou hodnotu. Z tohoto důvodu byl identifikován problém pracovním nazvaný: Broušení na dokončení trvá dlouho.

Pracovník řízení kvality svolal schůzku do zasedací místnosti (dělat Brainstorming na pracovišti je většinou kontraproduktivní). Členové: technolog, mistr, brusič, kontrolor, vedoucí projektu, parťák. Po krátkém vysvětlení pravidel následovala 20 minutová přehlídka nápadů. Cca 30 různých nápadů bylo následně v užší skupině roztříděno a doplněno kritérii (náklady, časová náročnost, časový efekt). Vybrané nápady na úsporu času byly předány ke schválení výrobnímu řediteli.

3.4 *Brainwriting*

Použití: chci najít řešení problému

Související metody: Ishikawův diagram, 5x Proč?, afinitní diagram

Metoda odvozená od Brainstormingu, jejímž cílem je opět soustředění maxima nápadů v krátkém časovém intervalu, ale s využitím písemné formy. Umožňuje lépe se vyjádřit hloubavějším a introvertnějším pracovníkům.

Nápady píše účastníci na papírové kartičky, které jsou následně umístěny na tabuli a rozvíjeny nápady ostatních. Každý vidí návrhy ostatních a může se jimi inspirovat. Pro zápis myšlenek na karty se obvykle použije pravidlo „1 – 3 – 7“ (jeden námět, maximálně tři řádky a maximálně sedm slov). To zajišťuje přehlednost a jasné vyjádření nápadu.

Metoda má i řadu specifických podob, které vymýšlejí zhrzení, nedocenění teoretikové, aby měli o čem psát do impaktovaných časopisů – např. Metoda 635 nebo Metoda CNM – typicky ji prosazují manažeři, kteří přijdou do nové práce a nutně musí měnit zaběhnuté pořádky a předvést své rozsáhlé (obvykle teoretické) vědomosti.

Příklad: Viz. Brainstorming



Korektní brainwriting

3.5

FTA (Strom poruch)

Použití: analýza zásadního selhání systému

Související metody: Ishikawův diagram, FMEA

Cílem metody FTA je **analýza pravděpodobnosti selhání celého systému**. S tím úzce souvisejí stanovení preventivních opatření, která by měla spolehlivost systému zvýšit. Jde v podstatě o grafické vyjádření kombinací možných výskytů problémů v systému, který může vyústit v **zásadní problém** (výbuch, ohrožení života, rozsáhlé náklady...). Metoda není vhodná pro řešení provozních problémů, kde mnohem spíše využijeme Ishikawův diagram nebo jinou z jednodušších metod.

Strom poruch je konstruován **od vrcholové události směrem dolů** (ke kořenům) tak, aby popsal sled událostí, které samostatně nebo v kombinaci s jinými událostmi mohou vést k vrcholové události.

Strom poruch je tvořen událostmi a tzv. hradly (gates) A a NEBO (AND a OR). Postup je patrný z následujícího zjednodušeného příkladu.

Nedůležitá poznámka: stromem poruch se detailně zabývá ČSN EN 61025, kde je metoda představena v celé šíři, s řadou dalších možných variant hradel a uvedeny jsou zde i souvislosti s dalšími analytickými metodami. Vzhledem k tomu, že všechny tyto nadstavby jsou použitelné pouze v úzce specializovaných oborech jako je letectví, kosmonautika a jaderná bezpečnost není účelné, zde o těchto aspektech pojednávat.

Příklad: obvyklá analýza řeší, jak je popsáno výše dramatická selhání systému a je velmi rozsáhlá, proto obrázek níže zobrazuje relativně jednoduchý (provozní) problém, na kterém lze princip tvorby stromu poruch snadno pochopit.

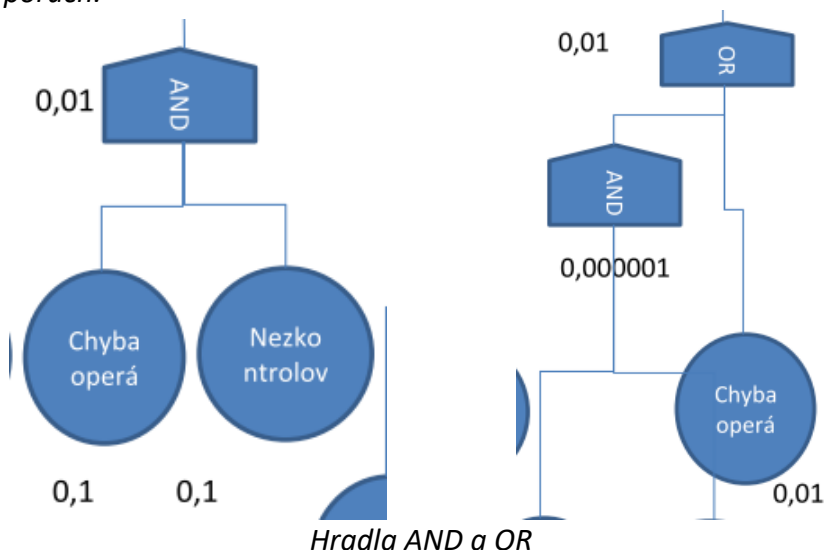
1. Nejprve vytvoříme strom od koruny ke kořenům – modrá políčka
2. Jakmile jsme u základních (kořenové) poruchy, začneme tyto označovat hodnotou pravděpodobnosti výskytu dle tabulky níže

Měřítko pravděpodobnosti

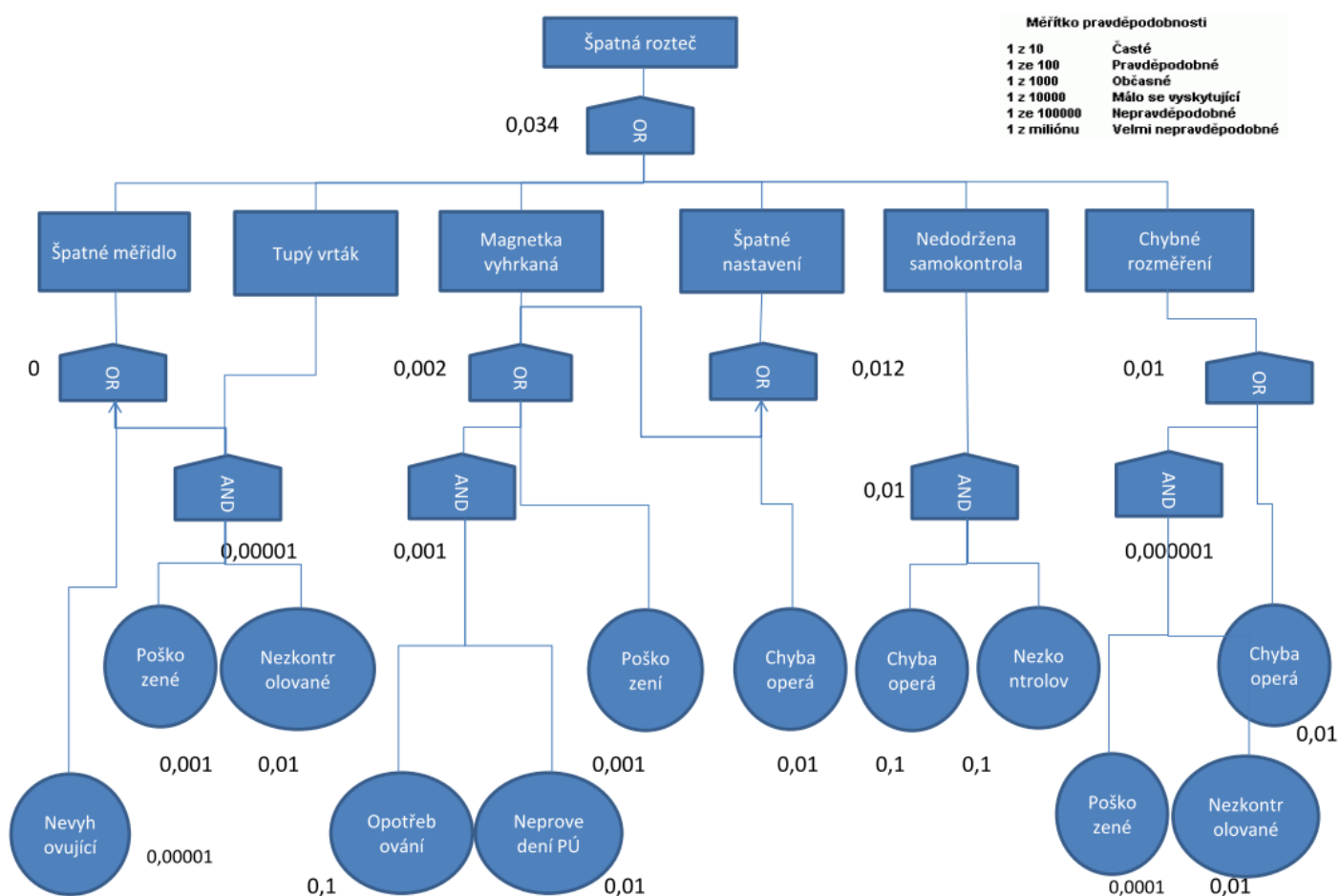
1 z 10	Časté
1 ze 100	Pravděpodobné
1 z 1000	Občasné
1 z 10000	Málo se vyskytující
1 ze 100000	Nepravděpodobné
1 z miliónu	Velmi nepravděpodobné

3. Postupujeme směrem k vrcholové události a to tak, že máme-li 2 a více poruch, které musí nastat současně, aby došlo k selhání, tak pravděpodobnosti těchto poruch spolu vynásobíme, jedná se o hradlo AND.

Pokud selhání vyvolá 2 nebo více poruch nezávisle na sobě, tak se jedná o hradlo OR a pravděpodobnost selhání se vypočítá součtem pravděpodobností jednotlivých poruch.



4. Takto se propracujeme až k pravděpodobnosti vzniku vrcholové události a nyní je vzhledem k výsledku (a druhu výrobku) nutné začít stanovovat opatření ke snížení pravděpodobnosti výskytu iniciačních poruch.



FTA příklad aplikace – Špatná rozteč otvorů na výrobku MT určeném pro jadernou elektrárnu

3.6 Histogram

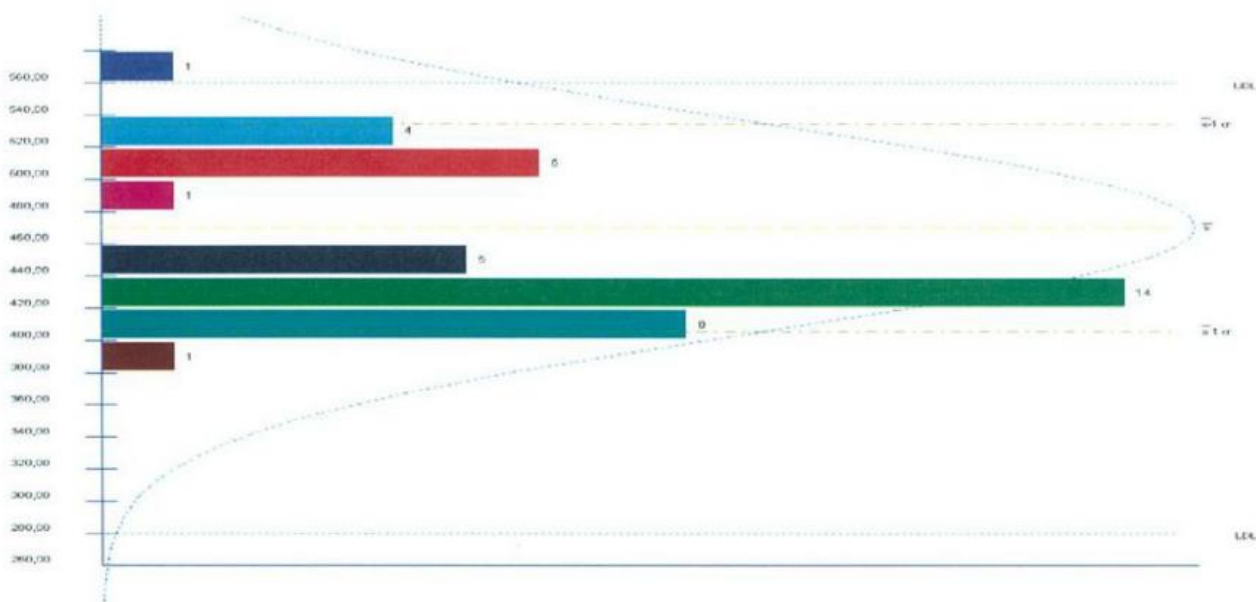
Použití: graficky (srozumitelně) zobrazit naměřená data, vstup pro další analýzu

Související metody:

Histogram je základní grafický nástroj pro zobrazení rozložení naměřených dat. Lze jej popsat jako sloupcový graf, kde jednotlivé sloupce mají stejnou šířku. Základna sloupců se rovná šířce (třídního) intervalu h a výška sloupců zachycuje četnosti hodnot sledované veličiny. Mohou být stanoveny limitní hodnoty (High limit a Low limit). Data lze použít pro další statistickou analýzu, testy rozložení apod.

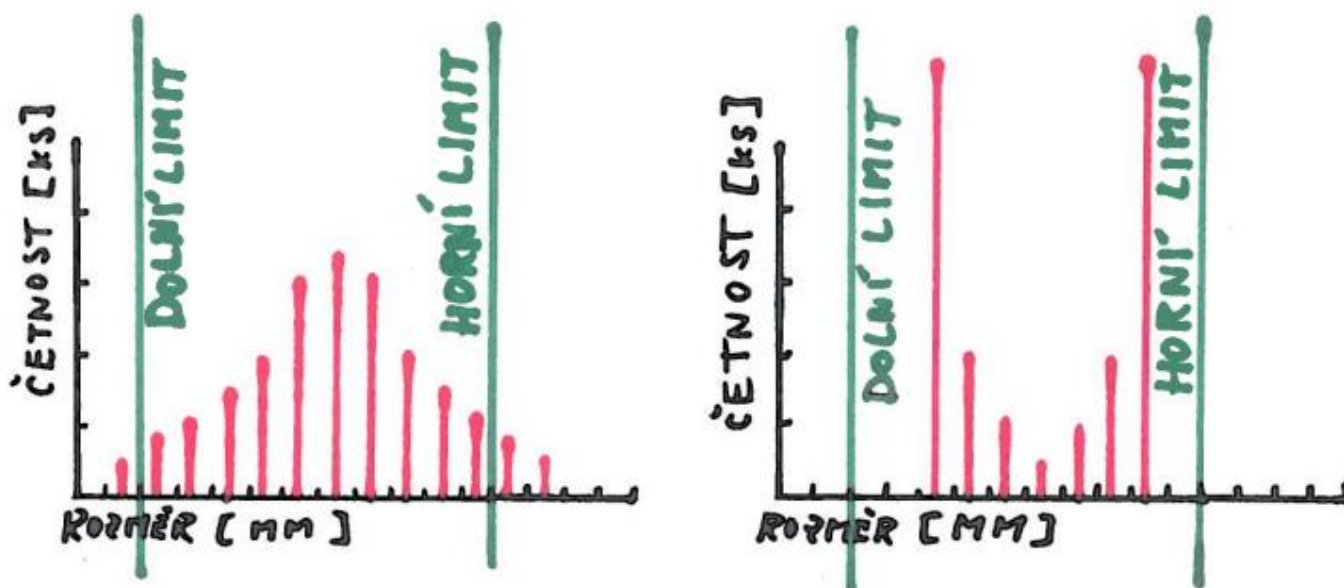
Mean:	470,42	Max:	620,00	Number of Readings	45
Standard Deviation	64,48	Min:	395,00		
Coef. of Variation	13,71	High Limit:	560,00	Readings above 560,00	6
		Low Limit:	280,00	Readings below 280,00	0

Batch Notes



Histogram aplikovaný na měření tloušťky vrstvy barvy na výrobku – takto vypadá správný histogram se všemi důležitými statistickými daty.

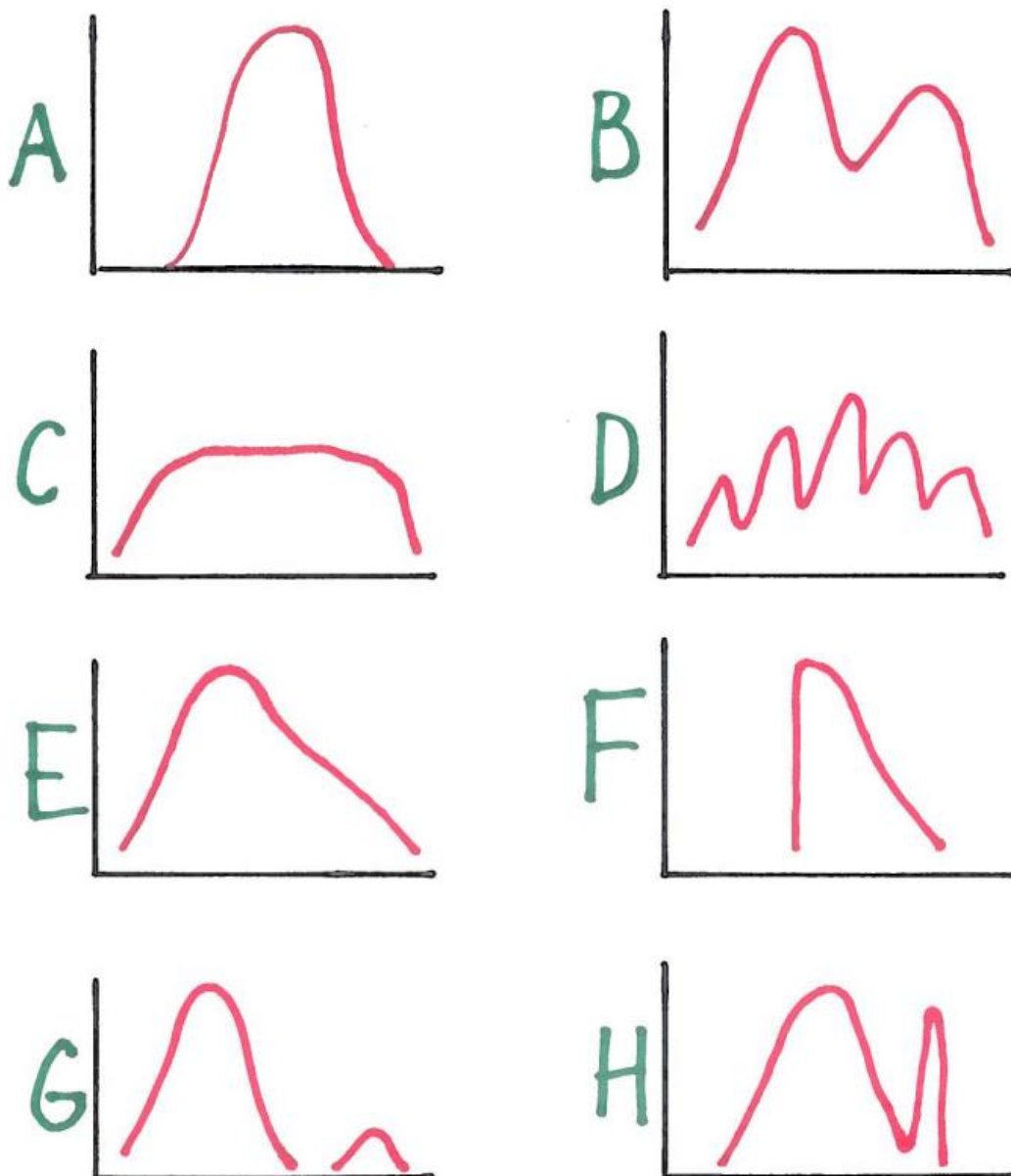
Proč nestačí pouhé číselné statistické údaje jako průměr, směrodatná odchylka apod. je patrné z obrázku níže, kde oba grafy mají stejný průměr i směrodatnou odchylku.



Histogramy se stejným průměrem a směrodatnou odchylkou

Tvar histogramu i bez doplňující složitější analýzy sám o sobě signalizuje některé potenciálně důležité informace o procesu samém nebo o procesu sběru dat (a jeho kvalitě). Typické příklady stručně níže.

- A) Zvonovitý - typické pro normální rozdělení – působí mnoho pouze náhodných příčin
- B) Vícevrcholový – spojení více souborů do jednoho mixu (různé směny, technologie, materiál...)
- C) Plochý – sledovaný znak se mění v čase (typicky postupné otupení nástroje)
- D) Hřebenový – nevhodné stanovení intervalů, nevhodné zaokrouhlení
- E) Asymetrický – může být přirozené pro chování měřeného znaku, ale může též znamenat nelineární vlivy v čase (postupná degradace materiálu se v určitém bodě začne výrazně zrychlovat). U tohoto tvaru je třeba interpretovat opatrně.
- F) Useknutý – pokud je useknuté místo blízko limitní hranice znaku jedná se o vytříděnou dávku (zmetky ze souboru odstraněny) – tzn. proces dodavatele stojí za pendrek. Existuje zde i vyseknutý tvar, kdy chybí oblast ve středu tolerancí – tzn. že nejlepší (nejpřesnější) kusy zřejmě obdržel zákazník s přísnějšími požadavky nebo vstupní kontrolou.
- G) Izolovaný – izolované hodnoty je třeba blíže prozkoumat – mohly vzniknout špatným měřením, ale mohou signalizovat i vážnou systematickou nahodilost v procesu.
- H) Vysoká krajní třída – úmyslné zkreslení – hodnoty přes toleranci byly uschopněny (upraveny), aby se vešly do předepsaných tolerancí.



Typické tvary histogramů

3.7 *Ishikawův diagram*

Použití: chci zjistit veškeré možné příčiny problému

Související metody: brainstorming, brainwriting, 5x Proč?

Tento diagram (také známý jako diagram příčin a následků, rybí kost) **slouží k bezpečné identifikaci a utřídění veškerých možných (včetně na první pohled nepravděpodobných) příčin vedoucích k problému zapsanému v políčku „rybí hlava“.**

V této léty prověřené metodě se vychází ze základního rozčlenění skupin příčin do šesti základních kategorií, které pokrývají standardní schémata problémů v jakékoli firmě a má všeobecné uplatnění pro výrobní i nevýrobní sféru. Metodu lze rovněž použít jako přehledný grafický výstup z brainstormingu/brainwritingu.

Stroj	Lidé	Metoda	Prostředí	Materiál	Měření
-------	------	--------	-----------	----------	--------

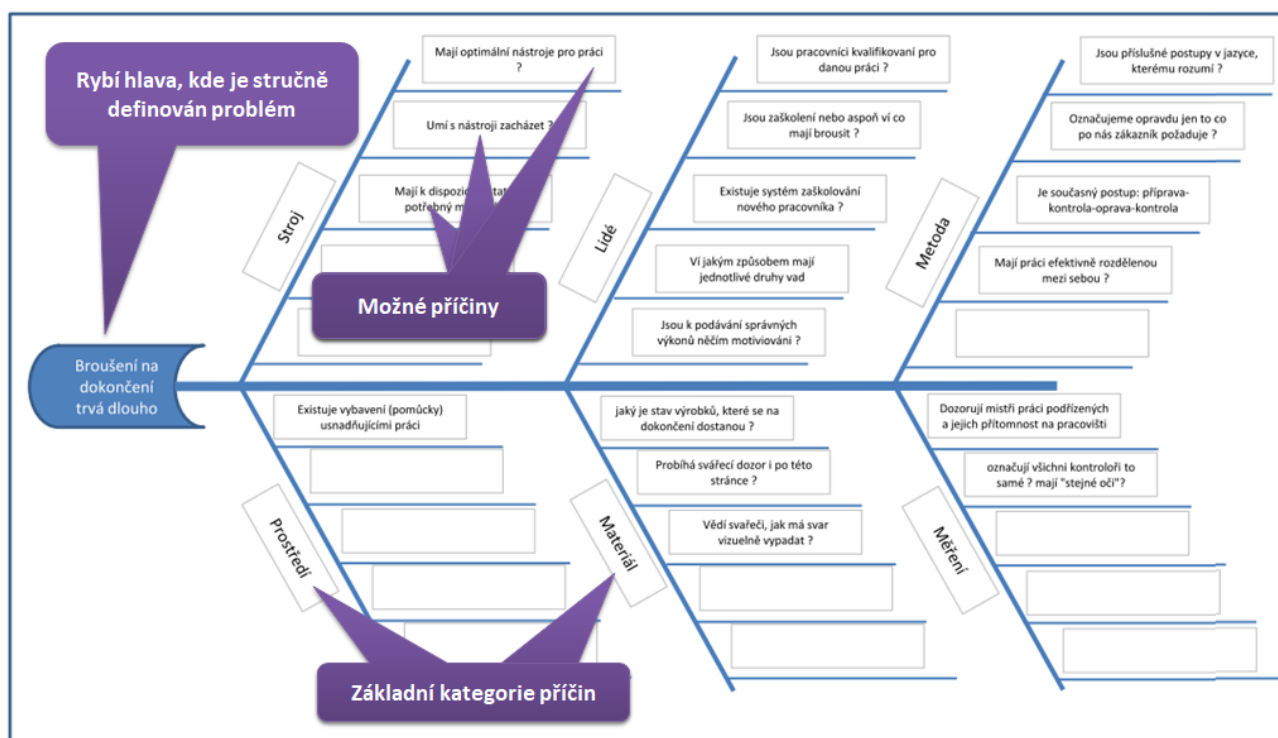
Tab. 2 Šest kategorií pro Ishikawův diagram

Předností metody je její velmi snadná pochopitelnost, která nebrání jejímu efektivnímu využití v rámci pracovních skupin, kde jsou nejenom odborní pracovníci, ale i lidé z dílny, řidiči či řadoví referenti.

Díky své všeobecnosti je použitelný pro řešení prakticky všech možných typů problémů.

Příklad: Firma zabývající se výrobou svařenců se snaží optimalizovat jednotlivé operace s tím, že je třeba se prioritně zaměřit na procesy, které nepřinášejí výrobku přidanou hodnotu. Z tohoto důvodu byl identifikován problém pracovním nazvaný: Broušení na dokončení trvá dlouho.

Obrázek níže představuje jednoduchou strukturu jedné vrstvy potencionálních příčin, která může být dle potřeby rozšířena, tak že ke každé hlavní příčině doplníme jednotlivé subpříčiny (obdoba hledání kořenové příčiny metodou 5x proč, kdy se opakovaným ptaním „proč se to stalo“ dostáváme ke skutečné prvotní příčině vzniklého problému).



Ishikawův diagram Broušení na dokončení trvá příliš dlouho



3.8 *Korelační diagram*

Použití: porozumění vztahům mezi jednotlivými vlastnostmi zkoumaného předmětu, odhaluje skryté souvislosti

Související metody: plošný diagram

Klasický bodový diagram sestrojený dle dat matice ukáže přítomnost závislosti a její těsnost. Toto řešení je však nedostatečné v situaci, kdy zjišťujeme závislost složitějšího systému. V takovém případě je nejvhodnější použít korelační diagram.

Korelační diagram manažerovi **pomůže v porozumění vztahům mezi jednotlivými vlastnostmi zkoumaného předmětu** (pracovníci, dodavatelé, produkty, zákazníci...) tím, že odhalí „skryté“ souvislosti.

Jestliže matice vztahů bude zachycovat kvantifikaci např. podle stanoveného hodnotícího kritéria, pak korelační diagram ukáže, zda existují mezi jednotlivými vlastnostmi (prvky) závislosti a zároveň jaký charakter tyto závislosti mají. Tím lze nastínit volbu řešení zaměřenou na **úpravu hodnoty jiného parametru, než který byl identifikován jako kořenová příčina**, což je velmi podstatné v situaci, kdy je parametr identifikovaný jako kořenová příčina problému **neměnitelný** (např. z legislativních důvodů, vysoké náklady apod.).

Příklad: Nový vedoucí nákupu ve firmě vyrábějící ocelové svařence se rozhodl snížit počet dodavatelů výpalků a rád by si ponechal jen ty nejlevnější. K tomuto rozhodnutí, ale potřebuje znát možné souvislosti.

Řešení:

1. Vytvořit tabulku dodavatelů a bodové ohodnocení klíčových vlastností (1=nejhorší; 10=nejlepší)

Důležitá poznámka: pokud pro porovnání dodavatelů použijeme měřitelné parametry jako například odchylka od nominálu v mm, průměrnou odchylku v dodání ve dnech apod. je nezbytné tyto nesouměřitelné parametry nejprve převést výpočtem na bodové hodnocení:

$$X(\text{body}) = \frac{X(\text{hodnota z tabulky}) - \min X(\text{z aktuálního sloupce})}{\max X(\text{z aktuálního sloupce}) - \min X(\text{z aktuálního sloupce})} * 10$$



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
19 z 48

Revize:
2

	Délka spolupráce	cena	pružnost reakce	plnění termínů	kvalita dodávek
Dodavatel 1	10	2	10	10	8
Dodavatel 2	10	4	8	8	8
Dodavatel 3	8	6	6	6	4
Dodavatel 4	6	6	4	6	10
Dodavatel 5	6	8	6	4	8
Dodavatel 6	4	8	8	6	8
Dodavatel 7	2	10	6	4	2
Dodavatel 8	2	10	4	2	8
Dodavatel 9	2	8	2	4	6

zdrojová matice

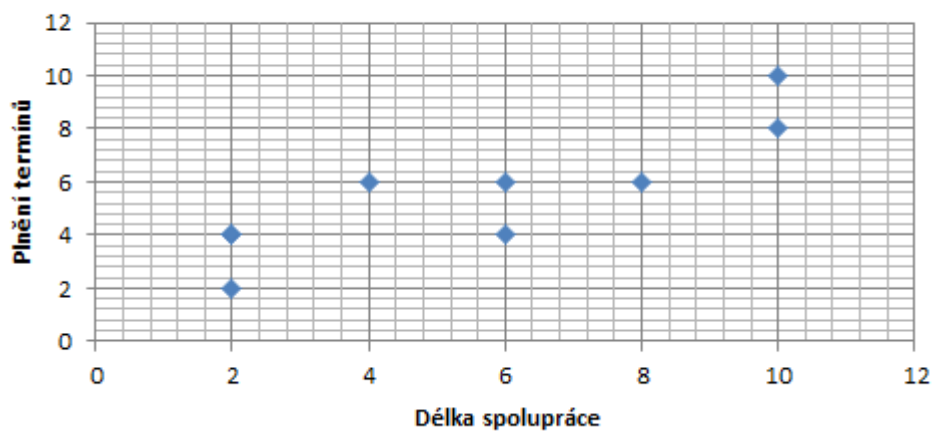
2. Pomocí funkce Correl v excelu vypočítat těsnost vzájemných vztahů mezi vlastnostmi

	Délka spolupráce	cena	pružnost reakce	plnění termínů	kvalita dodávek
Délka spolupráce	1				
cena	-0,92016	1			
pružnost	0,683947	-0,61237	1		
plnění termínů	0,858899	-0,94472	0,764287	1	
kvalita dodávek	0,3012	-0,36238	0,082572	0,243086	1

Korelační matice

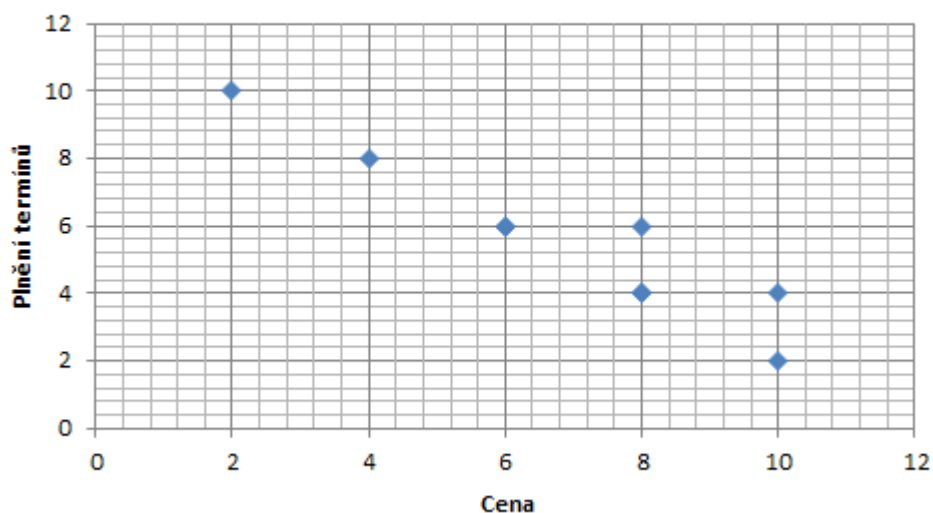
3. Analyzovat výsledek – ze zjištěných závislostí vyplývá, že cena souvisí velmi silně s délkou spolupráce a plněním termínů. Závislost je v obou případech negativní – neboli čím horší máme od dodavatele cenu tím je naše spolupráce s tímto dodavatelem delší a tím lépe nám plní termíny. Je pak na manažerském rozhodnutí, zda lepší cena vykompenzuje pravděpodobné horší plnění termínů (prostoje) nebo zda by zde neměl být impuls pro účinnější práci s novými dodavateli nebo zda netlačit dlouhodobé dodavatele k lepší ceně. Výsledek korelační analýzy nám rovněž ukazuje zajímavý poznatek, že kvalita dodávek je bez jakékoli silné závislosti na ostatní vlastnosti dodavatele a to včetně ceny byt' zde je závislost alespoň mírná (-0,36).

Nejsilnější kladná závislost



Korelační diagram – nejsilnější kladná závislost viz data z Tab.3

Nejsilnější záporná závislost



Korelační diagram – nejsilnější záporná závislost viz data z Tab.3

3.9 Maticový diagram

Použití: chci posoudit možné souvislosti mezi prvky z více oblastí problému

Související metody: korelační diagram, plošný diagram

Maticový diagram účinně využijeme k posouzení vzájemných souvislostí mezi prvky z více oblastí problému. Nejvíce se v praktických aplikacích setkáme s maticovým diagramem ve tvaru „L“, kterým se analyzuje vzájemná závislost (souvislost) mezi dvěma odlišnými skupinami prvků – příkladem je matice požívaná v rámci metody QFD, kdy posuzujeme míru závislosti parametrů produktu (znaky kvality) a požadavky zákazníků na produkt.

Postup pro vytvoření maticového diagramu:

1. Určit prvky každé ze zkoumaných větví problému – například parametry produktu x požadavky zákazníka na produkt
2. Analýza vzájemné závislosti mezi prvky obou větví
Grafické zobrazení viz obrázky níže. Síla závislosti se člení na 4 stupně: silná / průměrná / slabá / žádná závislost. Závislost je dobré jednoznačně vyznačit v buňkách, aby byla na první pohled zřejmá.

				Parametry produktu				
				Materiál	Výkon	Kapacita baterie	Průměr	Hmotnost
Požadavky na produkt	Ergonomie							
	Výdrž do vybití							
	Vzhled							
	Barevná stálost							
	Odezva							
	Odolnost vůči pádu							
	Silná závislost							
	Průměrná závislost							
	slabá závislost							

	Metody řízení kvality	Dok. č.: P6CD022	Datum: 04.06.19
		Strana: 22 z 48	Revize: 2

3. Analýza maticového diagramu

Maticový diagram je zdrojem důležitých informací pro řešitelský tým. Pomocí diagramu lze vyhodnotit důležitost jednotlivých prvků - stanovení priorit, zjistit co všechno ovlivní změna jednoho prvku – např. zvýšení hmotnosti ovlivní pozitivně nebo negativně 5 ze 6 požadavků zákazníka. Dále lze pomocí diagramu identifikovat neúplnost prvků – například v situaci, kdy nemáme parametr produktu ovlivňující schopnost produktu splnit některý z požadavků zákazníka.

Nejdůležitější funkcí diagramu je porovnávání různých variant. Pod slovem varianta si můžeme představit dodavatele, výrobek, materiál, průměr, hmotnost, ale i třeba nápravné opatření, finanční strategii apod. U všech dále uvedených analytických způsobů je třeba mít na paměti, že musí být stanoven cíl, kterého chceme dosáhnout, s tímto cílem jsou pak jednotlivé varianty porovnávány.

Metody analýzy údajů v matici

a) Analýza hlavních komponent

Analýza hlavních komponent používá korelační analýzu – viz samostatně popsaná metoda – k vytvoření nových prvků příbuzných svými projevy. Tímto se v ideálním případě sníží počet prvků na pouze „hlavní komponenty“, které dostatečně věrně reprodukuje složitost původního systému. Výběr nejvhodnější varianty je pak logicky významně zjednodušen.

b) Stanovení vzdáleností pomocí Minkowského metriky

Principem tohoto způsobu je, že se vyhodnocují vzdálenosti mezi jednotlivými variantami a optimální variantou.

Podmínkou pro relevantní výsledek analýzy je zajištění vzájemné číselné souměřitelnosti hodnot jednotlivých kritérií. V praxi lze nejjednodušeji použít přepočítání na bodové hodnocení například na stupnici 1 až 10.

Vyjádření vzdáleností mezi jednotlivými proměnnými se provede pomocí Minkowského metriky vzdálenosti. Porovnáváme vzdálenosti jednotlivých proměnných od optimální proměnné. Čím je proměnná blíže ideální proměnné, tím je logicky výhodnější oproti proměnným s větší vzdáleností.

Proměnná (i)	PRVEK (j)				
	1	2	3	...	n
1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...	x_{1n}
2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	...	x_{2n}
3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	...	x_{3n}
...	...	...	...	...	...
m	x_{m1}	x_{m2}	x_{m3}	...	x_{mn}

$$D_{ik} = \sum_{j=1}^n |x_{ij} - x_{kj}|$$

D_{ik} – vzdálenost mezi proměnnými i a k vyjádřená pomocí Minkowského metriky

x_{ij} – hodnota j -tého prvku proměnné i

x_{kj} – hodnota j -tého prvku proměnné k

n – počet sledovaných kritérií

Příklad: Firma vyrábějící ocelové konstrukce vybírá subdodavatele malých svařovaných dílců, které jsou následně přivařovány k větší primární konstrukci. Na dodavatele má několik kritérií, jejichž ohodnocení je převedeno na bodovou škálu 0-10, každé kritérium má stanové své optimum.

Dodavatelé	Kritérium				
	Cena	Dodací termín	Flexibilita	Vadovitost historická	Splatnost
Dodavatel A	0	4	6	9	7
Dodavatel B	3	2	8	5	5
Dodavatel C	10	2	8	2	3
Optimum	0	0	10	0	10

Bodové ohodnocení kritérií u jednotlivých dodavatelů.

$$D(A,B)=|0-3|+|4-2|+|6-8|+|9-5|+|7-5|=3+2+2+4+2=13$$

$$D(A,C)=|0-10|+|4-2|+|6-8|+|9-2|+|7-3|=10+2+2+7+4=25$$

$$D(B,C)=|3-10|+|2-2|+|8-8|+|5-2|+|5-3|=7+0+0+3+2=12$$

$$D(A,optimum)=|0-0|+|4-0|+|6-10|+|9-0|+|7-10|=0+4+4+9+3=20$$

$$D(B,optimum)=|3-0|+|2-0|+|8-10|+|5-0|+|5-10|=3+2+2+5+5=17$$

$$D(C,optimum)=|10-0|+|2-0|+|8-10|+|2-0|+|3-10|=10+2+2+2+7=23$$

Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
24 z 48

Revize:
2

Dodavatel	Dodavatel A	Dodavatel B	Dodavatel C	Optimum
Dodavatel A	X	13	25	20
Dodavatel B	X	X	12	17
Dodavatel C	X	X	X	23
Optimum	X	X	X	X

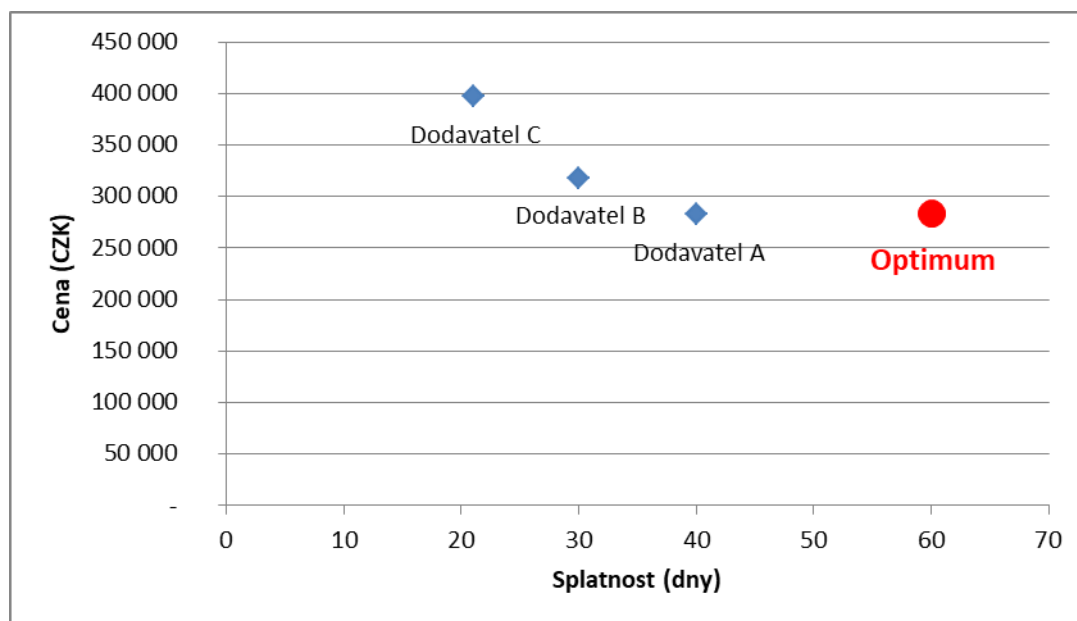
Hodnoty vzdáleností vypočítané pomocí Minkowského metriky

Na základě vypočítaných výsledků lze konstatovat, že ideálním řešením je výběr dodavatele B. Dodavatel B se nejméně odchýlil od optimální sady kritérií.

c) Mapa

Velmi jednoduchou a snadno pochopitelnou analytickou metodou je mapa, která graficky znázorňuje polohu jednotlivých variant vůči optimální hodnotě. Limitem této metody je posuzování pouze dvou vzájemně nezávislých proměnných najednou, naopak výhodou je, že není nutné zajištění vzájemné číselné souměřitelnosti hodnot jednotlivých kritérií a lze tedy použít originální hodnoty proměnné.

Příklad: Vychází ze zadání v bodě b). Vedoucího pracovníka zajímá porovnání kritérií cena x splatnost. Z obrázku je zřejmé, že v této kombinaci variant se jeví jako optimální dodavatel A.



d) Plošné diagramy

viz samostatná metoda



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
25 z 48

Revize:
2

3.10 *Pareto*

Použití: chci vylepšit stávající procesy, snížit variabilitu, vadovitost

Související metody: RCA (hledání kořenové příčiny)

Paretova analýza je jedním z neúčinnějších a zároveň aplikačně nejjednodušším nástrojem, který by neměl scházet ve využívaných metodách ani v té nejmenší firmě, která řeší kvalitu výrobků nebo procesů. Nepotřebujete opravdu nic jiného než obyčejný Excel. Pareto analýza vychází z dlouhodobě ověřeného předpokladu, že 20% příčin způsobuje 80% následků (pravidlo 80/20 má velmi rozsáhlé využití v popisech lidské společnosti a jejího chování, kdo ho skutečně pochopí, ten se může jen usmívat pokusům současných rovnostářských ideologů). Hlavním cílem metody tudíž je uspořádání problémů dle četnosti výskytu a zaměření se na nejčastější problémy respektive nejčastější příčiny problémů (viz hledání kořenové příčiny – root cause analyses). Po odstranění těchto hlavních příčin je produkt (proces) opět analyzován a probíhá stejný postup stále dokola. Tímto způsobem probíhá kontinuální zlepšování sledovaného procesu.

Výstupem je standardně sloupcový graf, kde první sloupec představuje položku s největším výskytem ze sledované skupiny, druhý sloupec představuje druhou nejčastěji se vyskytující položku atd. Jako velmi dobrý doplněk lze doporučit integrování křivky kumulativní četnosti (Lorenzova křivka) s identifikací rozdělení položek 20:80.

Pozor: ne vždy je počet vad reprezentativní ukazatel, často je vhodné vady přepočítávat na **peníze**, protože cílem kvality není kvalita, ale **peníze** (politicky korektně se v normách píše o spokojenosti zákazníka, což je totéž). Vady s náklady v tisících spadají logicky do jiné kategorie než desetikorunové vady, pokud se bavíme o interních vadách, vnímání zákazníka může však být jiné.

Vše je jednoduše a prakticky popsáno v následujících krocích.

3.10.1 Sběrná karta vad

Prvním krokem, který je třeba realizovat, je **najít způsobu sběru dat**. Zdůrazňuji, že klíčovým faktorem je **vybrat vhodný rozsah**, tzn. neřešit jednou analýzou chod celé firmy, ale zvolit ucelené pracoviště, vybranou část procesu nebo konkrétní výrobek.



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
26 z 48

Revize:
2

Příklad: Realizujeme výrobu svařence, který se lakuje a následně se provádí montáž příslušenství, jako jsou pochozí hliníkové plechy a pozinkované držáky kabelů.

Pro Paretovu analýzu jsme zvolili proces montáže příslušenství na pracovišti, kterému se říká „Dostrojování“.

Data pro vyhodnocení byla sbírána prostřednictvím pracovníků dostrojování, kteří jednotlivé vady zaznamenávali do sběrné karty vyvěšené na pracovišti (učebnice tomu říká „formulář pro sběr údajů“ „nebo kontrolní tabulka“, a uvádějí to jako samostatný nástroj kvality (1 ze 7 základních)).

SIAG	SBĚRNÁ KARTA VAD PŘI DOSTROJOVÁNÍ													Dok. č.: P6CF_014	Datum:
	Číslo výrobku													strana: 1/1	Rev.: 0
VADA	1901	1902	1903	1904	1745	1746	1906	1907	1876	1877	1744	1747	1905	1908	
Brzdící kameny - špatně - M27 protahování	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Dotlačení patek chobotu - zůstává tam vůle	1	1		1			1	1	1	1	1	1	1	1	
"B" - nepasuje Kabelführung - Špatné rozteče na M10	1	1	1	1			1				1		1	1	
Broušení kabelführungů									1						
Chybějící nebo špatně udělaná díra M8															
Brýle - M16 nutné protahovat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2					
Chybějící díry - závity M6 na základové desce															
Poškození opracovaných - nutné broušení		1	1	1	1	1	1	1							
Krátké závity M10 na základové desce															
Krátká nebo chybí díra M12 na "chobot"								1							
Špatný závity M42/M39											1				
Věvec - špatně M27 - protahování										1					
Broušení průměru / patek konzol / lišt										1			1		
Vrtání závitů pro lišty															
Broušení "chobotu"								1		1		1			

Sběrná karta vad na pracovišti „Dostrojování“

3.10.2 Paretova analýza

Vše důležité pro grafické znázornění naleznete v příkladu níže (Obr.3). Dle vyhodnocení potřebnosti lze současně sledovat i další faktory ovlivňující vadovitost. Typicky ve vícesměnném provozu vadovitost konkrétních směn, rozdělení dle pracovníků, dnů v týdnu, ranní/odpolední/noční směna a podobně (Obr. 4).



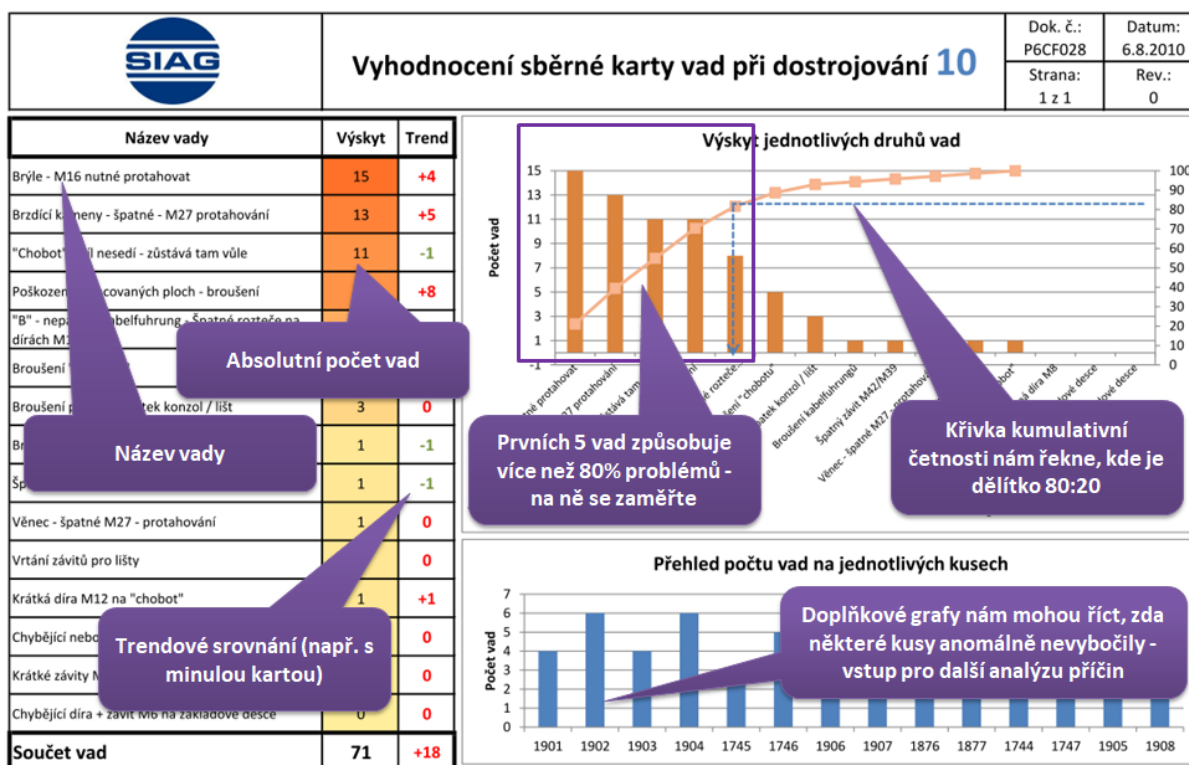
Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

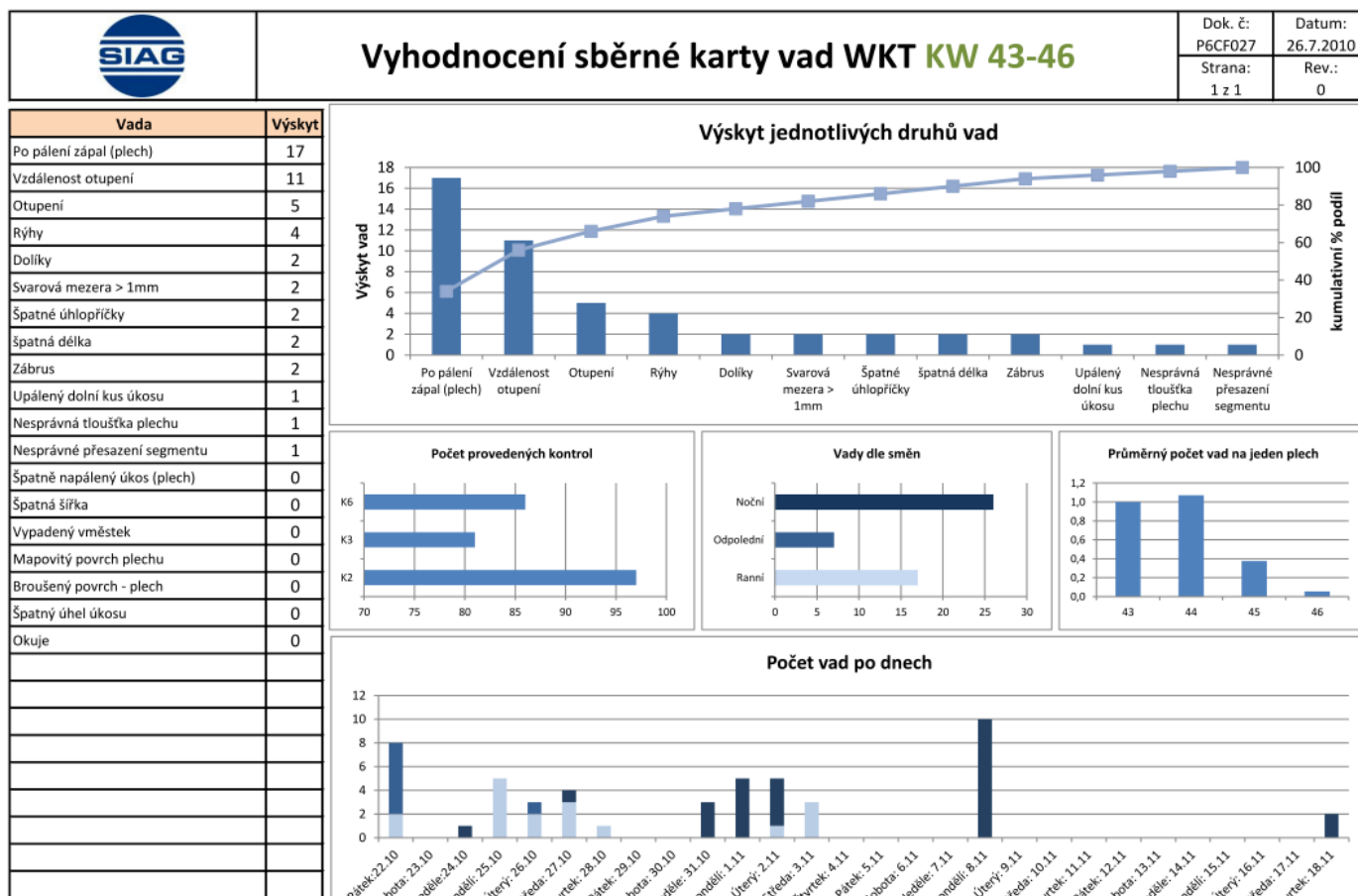
Datum:
04.06.19

Strana:
27 z 48

Revize:
2



Vyhodnocení sběrné karty vad na pracovišti „Dostrojení“



Vyhodnocení sběrné karty se současnou analýzou dalších faktorů.



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
28 z 48

Revize:
2

3.11 ***PDPC diagram***

Použití: chci identifikovat problémy, které mohou nastat realizací plánovaných činností

Související metody: FMEA, Rozhodovací diagram

Proces Decision Programm Chart, česky PDPC diagram je analytický nástroj, sloužící k identifikaci potenciálních problémů souvisejících s realizací plánovaných činností. Součástí nástroje je i stanovení protipatření k eliminaci nebo snížení dopadů potenciálních rizik.

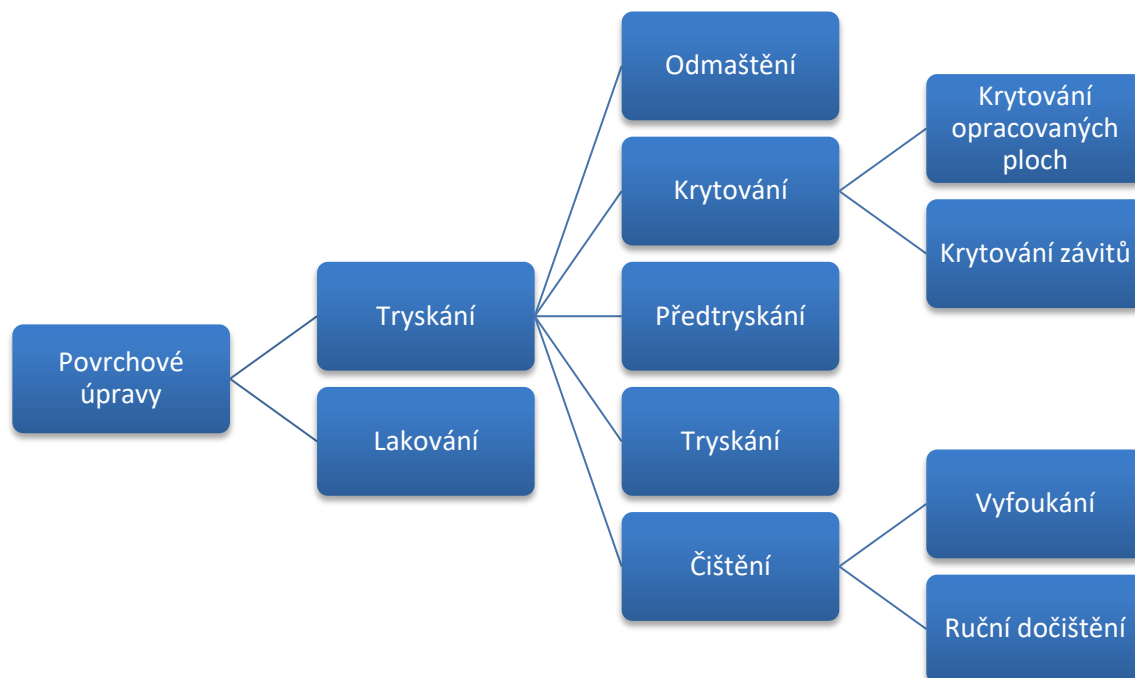
Princip metody je v zásadě stejný jako u mnohem používanější metody **FMEA**. PDPC diagram má však na rozdíl od FMEy **mnohem lepší uplatnitelnost** ve firmách mimo automotive (obecně mimo velkosériovou výrobu).

Postup

1. Dekomponovat plánované činnosti na maximálně konkrétní dílčí činnosti
2. Pomocí např. brainstormingu určit problémy, které mohou nastat při těchto dílčích činnostech
3. Stanovit opatření, k zabránění vzniku těchto potenciálních problémů, případě k jejich omezení (snížení pravděpodobnosti výskytu), snížení dopadu apod.

Příklad: Firma zabývající se výrobou zakázkových ocelových dílců se rozhodla zprovoznit vlastní lakovnu. Pro určení potencionálních rizik nového procesu použil vedoucí kvality spolu s týmem odborníků PDPC diagram.

1. Dekomponovat plánované činnosti na maximálně konkrétní dílčí činnosti



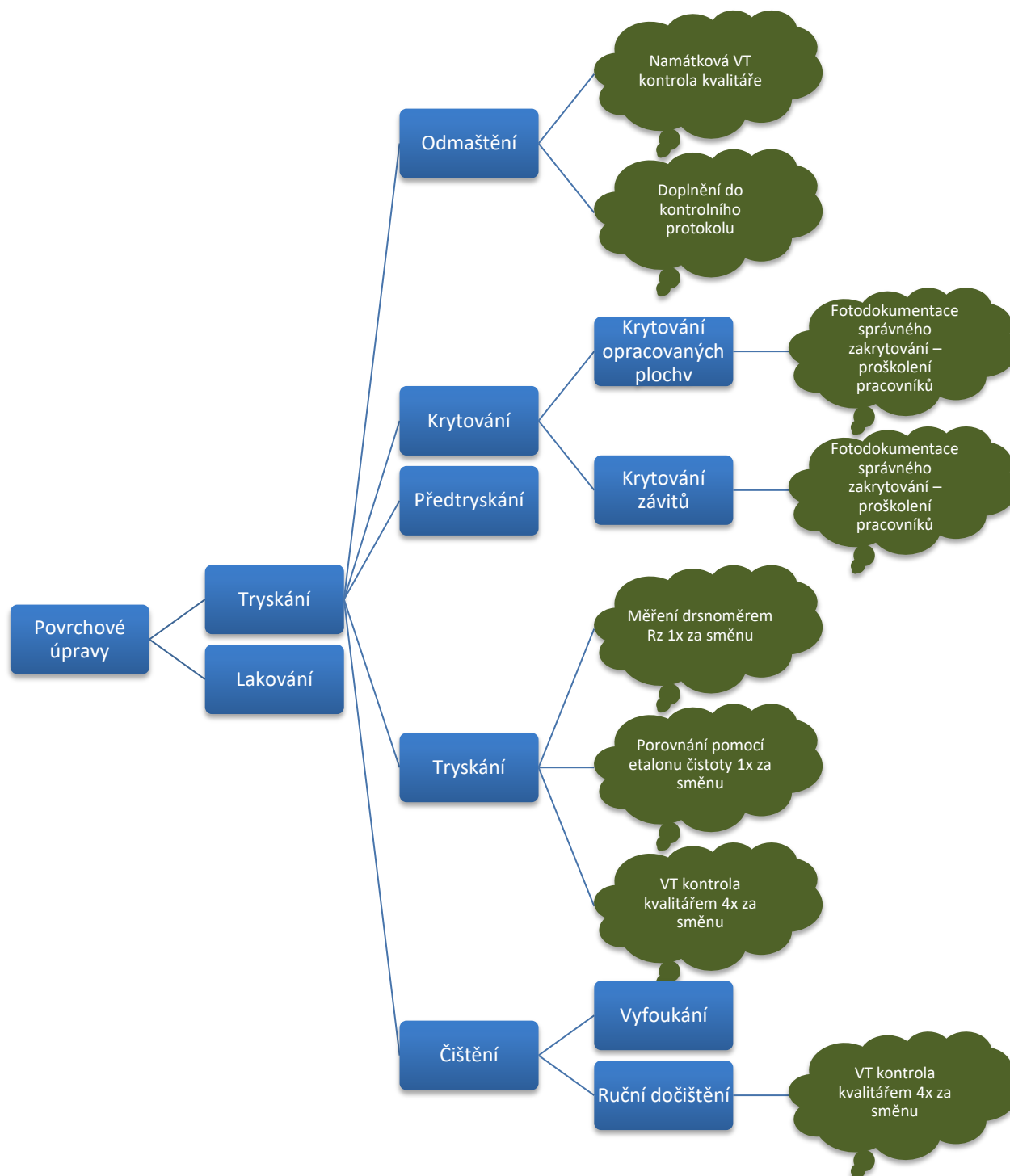
2. Pomocí např. brainstormingu určit problémy, které mohou nastat při těchto dílčích činnostech

ID	Činnost	Problém
1	Odmaštění	Neodmaštění závitů
2	Krytování opracovaných ploch	Překrytí i plochy výrobku, která má být tryskána
3	Krytování závitů	Nedostatečné zašroubování krytovacích šroubů
5.1	Tryskání	Nedostatečný kotvící profil
5.2	Tryskání	Nedostatečná čistota otryskání
5.3	Tryskání	Neotryskané kapsy
7	Ruční dočištění	Neodstranění veškerých broků

3. Stanovit opatření, k zabránění vzniku těchto potenciálních problémů, případně k jejich omezení (snížení pravděpodobnosti výskytu), snížení dopadu apod.

ID	Činnost	Problém	Opatření
1.1	Odmaštění	Neodmaštění závitů	Namátková VT kontrola kvality
1.2			Doplnění do kontrolního protokolu
2	Krytování opracovaných ploch	Překrytí i plochy výrobku, která má být tryskána	Fotodokumentace správného zakrytování – proškolení pracovníků
3	Krytování závitů	Nedostatečné zašroubování krytovacích šroubů	Fotodokumentace správného zakrytování – proškolení pracovníků
5.1	Tryskání	Nedostatečný kotvící profil	Měření drsnoměrem Rz 1x za směnu

5.2	Tryskání	Nedostatečná čistota otryskání	Porovnání pomocí etalonu čistoty 1x za směnu
5.3	Tryskání	Neotryskané kapsy	VT kontrola kvalitářem 4x za směnu
7	Ruční dočištění	Neodstranění veškerých broků	VT kontrola kvalitářem 4x za směnu



3.12 *PERT*

Použití: plánování důležitých činností

Související metody: vývojový diagram, Ganttův diagram, síťový graf

Manažer řídící procesy ve firmě se velmi často dostává do situace, kdy plánování určité činnosti (typicky nový projekt) **nelze zvládnout obvyklým operativním plánováním** (což je v malých firmách obvyklé synonymum pro neřízené poskakování z jednoho do druhého, kdy se řeší to, co momentálně nejvíc hoří). Obvykle není možné ani deterministicky (pevně) stanovit dobu trvání jednotlivých činností. Tuto skutečnost (na rozdíl od klasické metody CPM (Critical path method)) zohledňuje metoda PERT (Program Evaluation and Review Technique). Je tedy vlastně **pravděpodobnostním rozšířením metody CPM**. Dobu trvání činnosti umožní odhadnout samozřejmě pouze s určitou pravděpodobností. Proto jsou pro každou činnost zvažovány tři časové možnosti:

1. optimistický odhad „a“ - čas, který může být dosažen, ale jen při zvlášť příznivých podmínkách, činnost nemůže skončit v kratší době
2. modální odhad „b“ - čas, který je za běžných podmínek dosahován nejčastěji
3. pesimistický odhad „c“ - čas, který se očekává při zvlášť nepříznivých podmínkách, může být překročen pouze v mimořádných situacích (požár, nehoda...)

Na základě stanovení těchto dob je následně možné vypočítat střední dobu trvání činnosti. Pro výpočet se uvažuje nesymetrické β -rozdělení (nejpravděpodobnější odhad není uprostřed). Mezi základní charakteristiky takového rozdělení patří střední hodnota a rozptyl. Hodnota střední doby trvání činnosti T a rozptylu R se pak určí pomocí následujících vzorců:

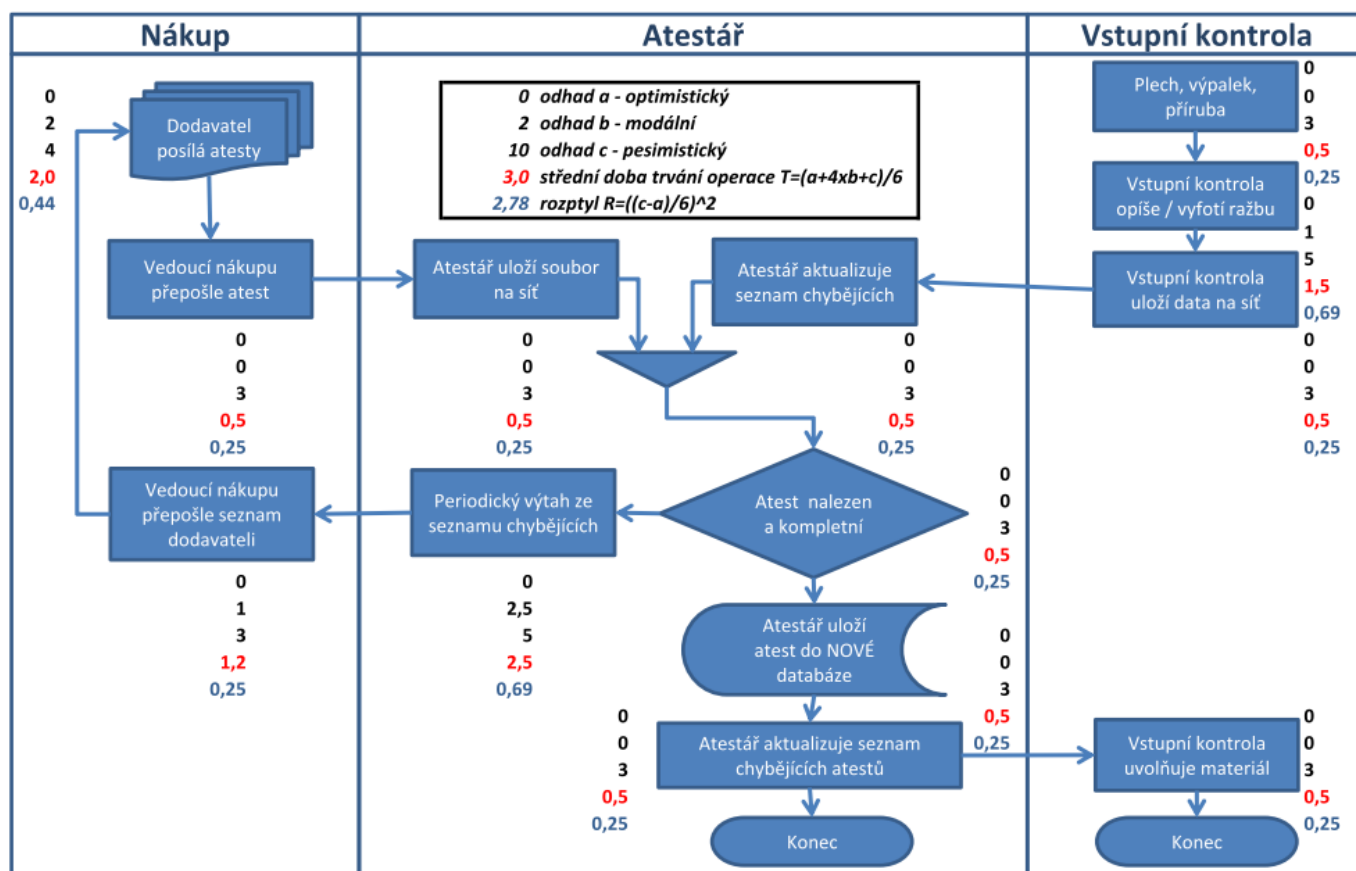
$$T = \frac{a + 4 \cdot b + c}{6}$$

$$R = \left(\frac{c - a}{6} \right)^2$$

Prostým součtem středních dob na kritické cestě lze získat hodnotu celkové střední doby trvání pro celý sledovaný proces (projekt). Skutečná doba trvání procesu (projektu) uvažuje s celkovým rozptylem, který je součtem rozptylů kritických činností.

Příklad: manažer kvality ve firmě zabývající se výrobou ocelových komponent přepracoval kvůli přetrvávajícím nedostatkům systém nakládání s materiálovými certifikáty (lidově atesty). Cílem projektu je zamezit opakovanému pozdnímu dodávání certifikátů konečnému zákazníkovi.

1. Jednotlivé kroky kritické cesty (vývojový diagram procesu) jsou ohodnoceny časy a, b, c a vypočtenými parametry T a R .



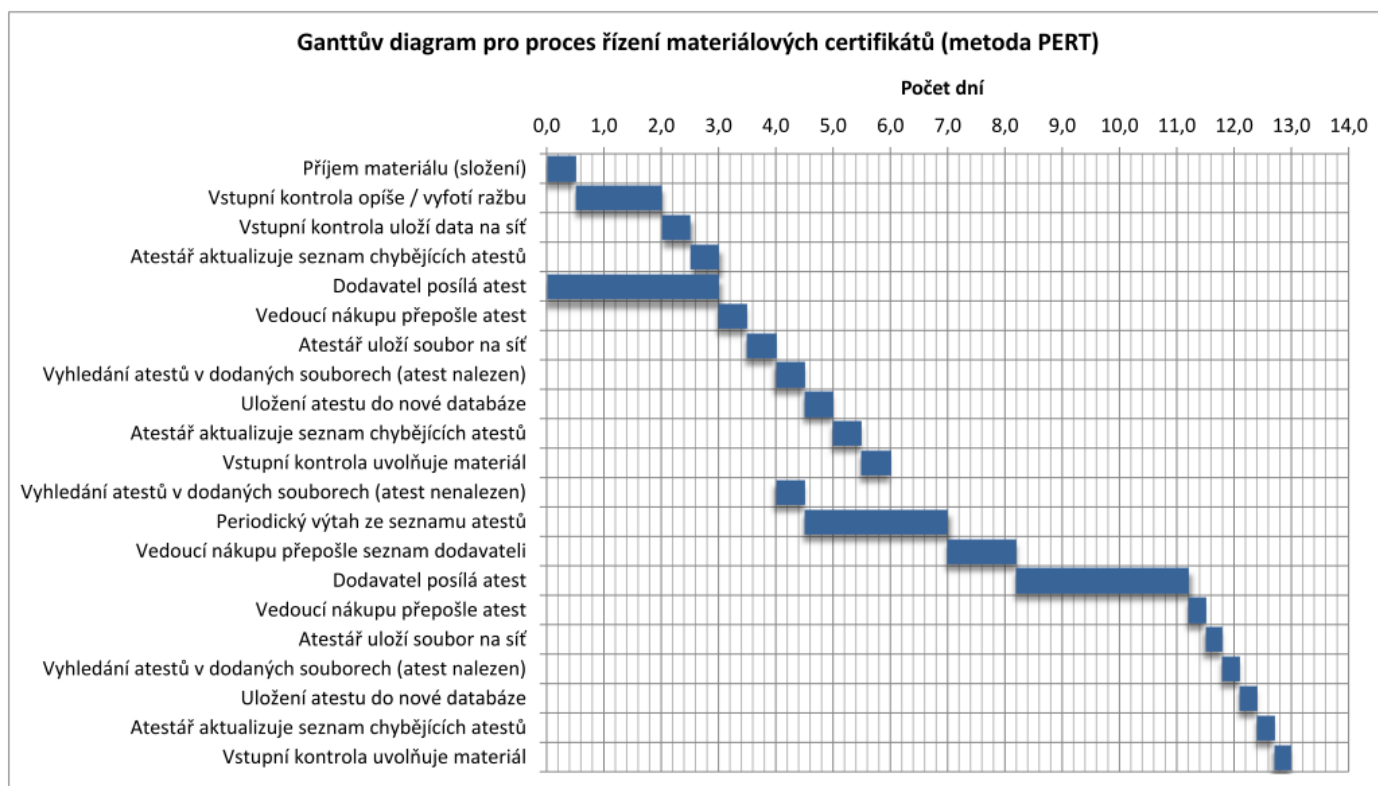
Metoda PERT aplikovaná na proces řízení materiálových certifikátů

2. Pro vytvoření přehledného Ganttova diagramu je potřeba jednoduchá tabulka zdrojových dat

Úkol	Zahájení	Doba trvání	Termín dokončení
Přijem materiálu (složení)	0,0	0,5	0,5
Vstupní kontrola opiše / vyfotí ražbu	0,5	1,5	2,0
Vstupní kontrola uloží data na síť	2,0	0,5	2,5
Atestář aktualizuje seznam chybějících atestů	2,5	0,5	3,0
Dodavatel posílá atest	0,0	3	3,0
Vedoucí nákupu přepoše atest	3,0	0,5	3,5
Atestář uloží soubor na síť	3,5	0,5	4,0
Vyhledání atestů v dodaných souborech (atest nalezen)	4,0	0,5	4,5
Uložení atestu do nové databáze	4,5	0,5	5,0
Atestář aktualizuje seznam chybějících atestů	5,0	0,5	5,5
Vstupní kontrola uvolňuje materiál	5,5	0,5	6,0
Vyhledání atestů v dodaných souborech (atest nenalezen)	4,0	0,5	4,5
Periodický výtah ze seznamu atestů	4,5	2,5	7,0
Vedoucí nákupu přepoše seznam dodavateli	7,0	1,2	8,2
Dodavatel posílá atest	8,2	3	11,2
Vedoucí nákupu přepoše atest	11,2	0,3	11,5
Atestář uloží soubor na síť	11,5	0,3	11,8
Vyhledání atestů v dodaných souborech (atest nalezen)	11,8	0,3	12,1
Uložení atestu do nové databáze	12,1	0,3	12,4
Atestář aktualizuje seznam chybějících atestů	12,4	0,3	12,7
Vstupní kontrola uvolňuje materiál	12,7	0,3	13,0

Metoda PERT – tabulka pro Ganttův diagram

3. vytvoření přehledného Ganttova diagramu je v Excelu otázka chvilky.



Rozptyl "OK" cesty je 4,03 = 4 dny

Rozptyl "NOK" cesty je 5,57 = 5,5 dne

Ganttův diagram procesu řízení atestů – výstup metody PERT

3.13 Plošné diagramy

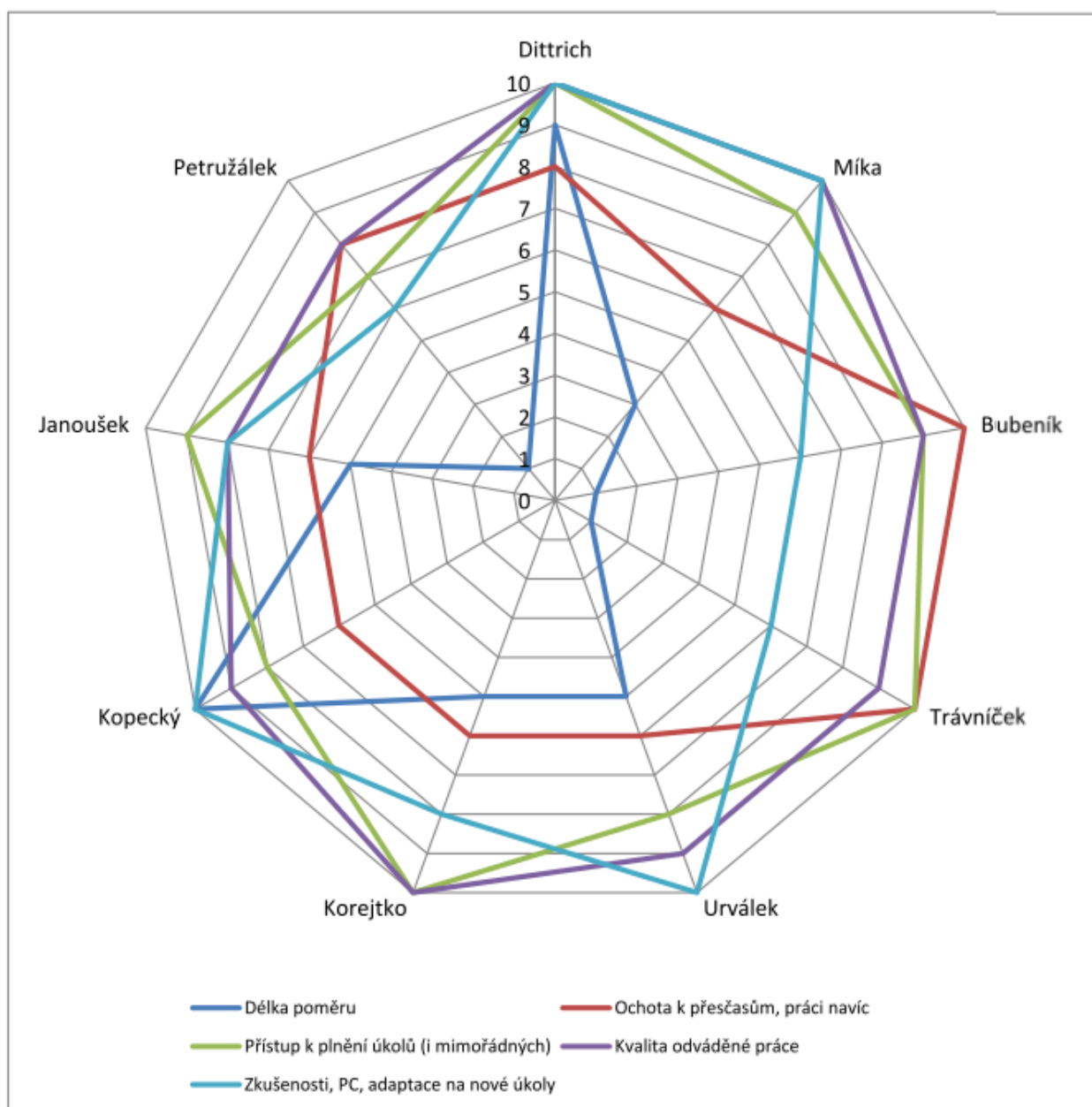
Použití: porovnání variant, nabídek, pracovníků, období, oddělení

Související metody: korelační diagram, diagram slunečních paprsků, polygon

Plošný diagram umožňuje graficky (přehledně) porovnat vícerozměrnou proměnnou. Proměnná může být například dodavatel, pracovník, oddělení apod. a rozměry jsou u dodavatelů myšleny parametry jako cena, kvalita, termín apod. Plošný diagram pracuje na stejném principu jako korelační diagram s tím, že všechny vyjádřené hodnoty poměřuje k určenému optimu. Optimem bývá ideální stav či nejvyšší možná dosažená hodnota (100% atd.).

Hodnoty znaků pro daný prvek se zaznamenávají na paprskovitě umístěné osy, na nichž je zároveň vyznačeno optimum. Propojením zaznamenaných hodnot vznikne ohraničená plocha vyjadřující poměr konkrétního výsledku k optimu. Speciálními variantami (bez velkých přínosů) jsou diagram slunečních paprsků a polygon.

Příklad: Manažer kvality potřebuje odpovědně rozhodnout o rozdělení peněz pro zvýšení platů. Stanovil si tak 5 základních kritérií s optimální hodnotou 10. Jednotlivé pracovníky pak dle stupnice obodoval. K vytvoření grafu je potřeba pouze tabulka dat a Excel, ale tento graf se velmi snadno a rychle načrtne i ručně.



Plošný diagram Hodnocení pracovníků oddělení kvality (ilustrativní hodnoty)

3.14 *Relační diagram*

Použití: ujasnění vzájemných vztahů (souvislostí) mezi příčinami, hledání priorit na co se zaměřit neboli která příčina je klíčová

Související metody: brainstorming, brainwriting, afinitní diagram

Metoda také známá jako diagram vzájemných vztahů dělá na mnoho lidí dojem zbytečné hříčky bez praktického využití. Pravda je taková, že kvalitní zpracování relačního diagramu vyžaduje **hodně práce a soustředění** se, výstupy však většinou **stojí za to**.

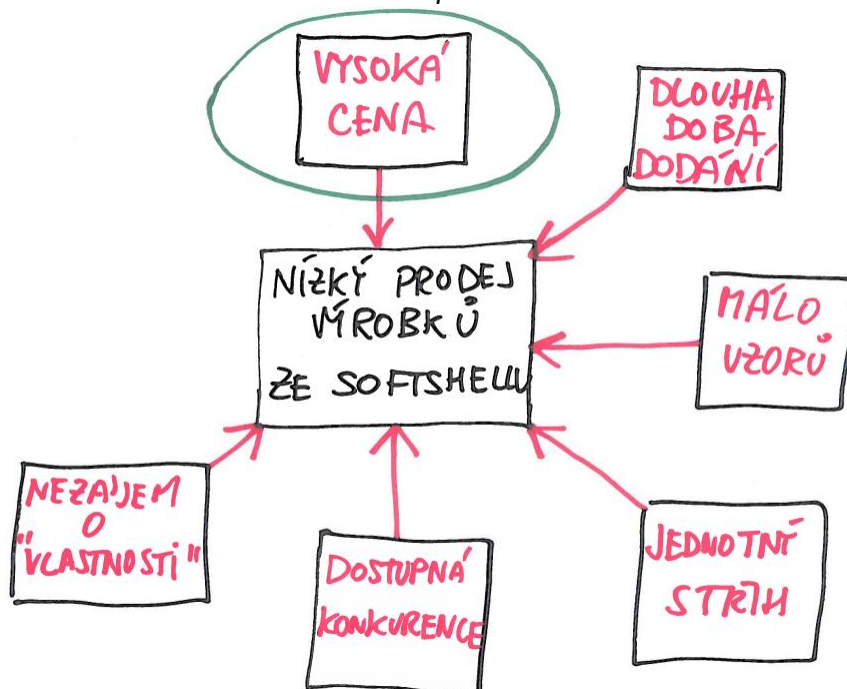
Rovněž je třeba zdůraznit, že tato metoda má univerzální uplatnitelnost v řízení firmy, zejména **ve strategickém rozhodování** typu: na co se zaměřit, abychom zvýšili prodej našeho výrobku xy.

Pomáhá manažerovi ujasnit vzájemné vztahy (např. mezi příčinami selhání, příčinami nízké prodejnosti) **především ve složitých problémech**, kde je mnoho logických a příčinných souvislostí, které je třeba dokonale pochopit.

Působí jako **prevence proti tomu, aby byly některé vztahy opomenuty**. Důkladně sestavený relační diagram pomáhá určit klíčové příčiny ovlivňující vznik dalších potenciálních příčin a zároveň příčiny nejvíce ovlivnitelné jinými příčinami. Pro praktické pochopení tohoto neprávem nevyužívaného nástroje poslouží více než teoretický popis jednoduchý příklad.

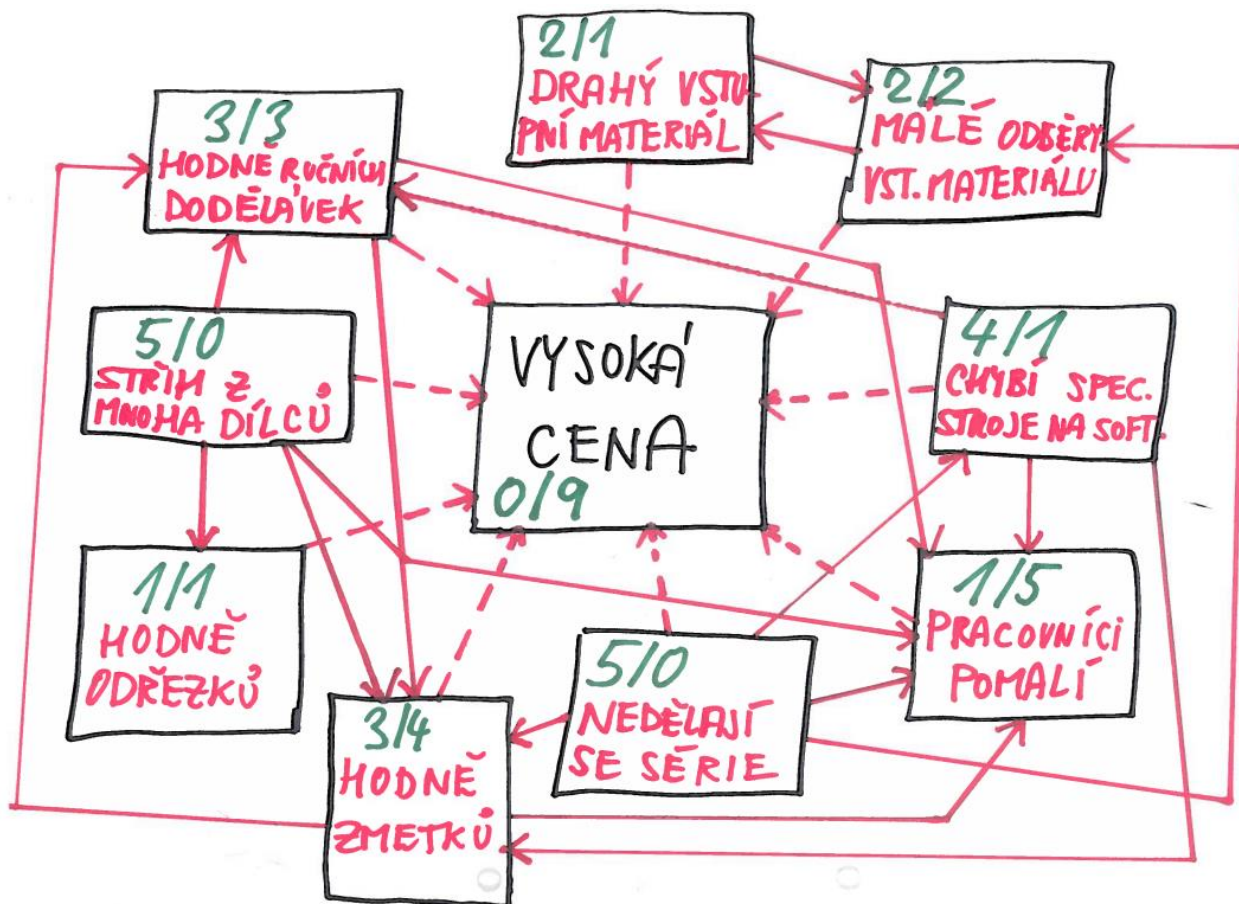
Příklad: Malý výrobce textilního zboží řeší dlouhodobě nízký prodej bund ze softshellu.

1. Vedení určilo několik základních příčin – viz obr.



Určení základních příčin

2. Dalším krokem se vedení rozhodlo analyzovat klíčovou příčinu – vysoká cena. Protože problém je složitý, aplikovali relační diagram. Šipka vede vždy od příčiny k následku (např. chybí speciální šicí stroj na softshell → pracovníci jsou pomalí).



Relační diagram

3. Následuje součet vystupujících šipek / vstupujících šipek (na obrázku zeleně). Jako klíčové příčiny jsme tímto identifikovali (mají nejvíce vystupujících šipek) „nedělají se série“ a „střih z mnoha dílců“. A jako klíčový následek (má nejvíce vstupujících šipek) „pracovníci jsou pomalí“. Zde je potřeba začít jednat.



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
37 z 48

Revize:
2

3.15

Rozhodovací diagram

Použití: analyzovat možné problémy vzniklé z manažerského rozhodnutí

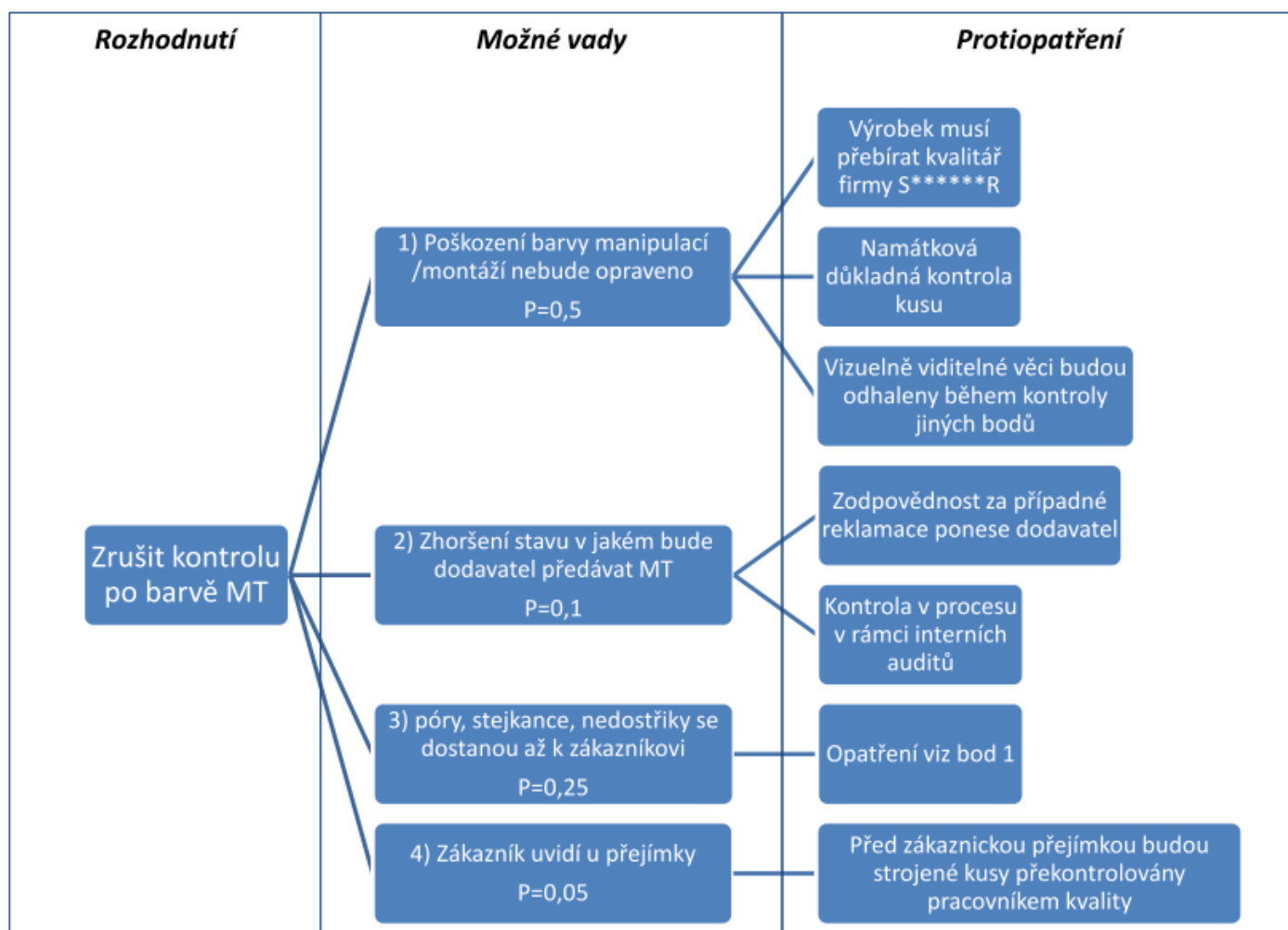
Související metody: relační diagram, FMEA

Rozhodovací diagram je poměrně nenáročný nástroj, který **umožní řídit rozhodování o možných opatřeních do budoucnosti** s akceptací možných rizik a zároveň umožní stanovit protiopatření k jejich zamezení.

Pomocí stromového diagramu zobrazuje jednotlivé okamžiky (milníky) rozhodování a **identifikuje možné problémy**, které by při realizaci mohly nastat. Zároveň je odhadována i pravděpodobnost vzniku identifikovaných problémů. Výstupem potom mohou být návrhy na **účinná protiopatření** pro všechna vysoká rizika.

Nedůležitá poznámka: stromový (systematický) diagram je obvykle uváděn jako samostatná metoda (jeden ze 7 nových nástrojů managementu kvality), ale sám o sobě není nikterak zajímavou metodou a slouží pouze pro dekompozici prvku (např. požadavek zákazníka) na jednotlivé dílčí požadavky a to v tolika vrstvách kolik je potřeba. Řadit takovouto triviálnost mezi nové metody je úsměvné. Až aplikace formou rozhodovacího diagramu přináší této formě i obsah s přidanou hodnotou.

Příklad: Manažer kvality firmy vyrábějící lakované konstrukce (MT) z kapacitních důvodů hledá možnosti, kde uspořit kontrolorský čas. Jednou z možností, které zvažuje je zrušení 100% kontroly výrobku po nátěru. Analyzuje možné negativní dopady tohoto rozhodnutí a ohodnocuje je zároveň pravděpodobností ($P=0,5$ znamená 50% pravděpodobnost). V reálném životě je nejlepším nástrojem pro tuto metodu tužka a papír.



Rozhodovací diagram pro rozhodnutí zrušit 100% kontrolu po barvě

3.16

Sítový graf

Použití: stanovení optimálního harmonogramu, kritických míst, časových rezerv

Související metody: PERT, vývojový diagram, Ganttův diagram

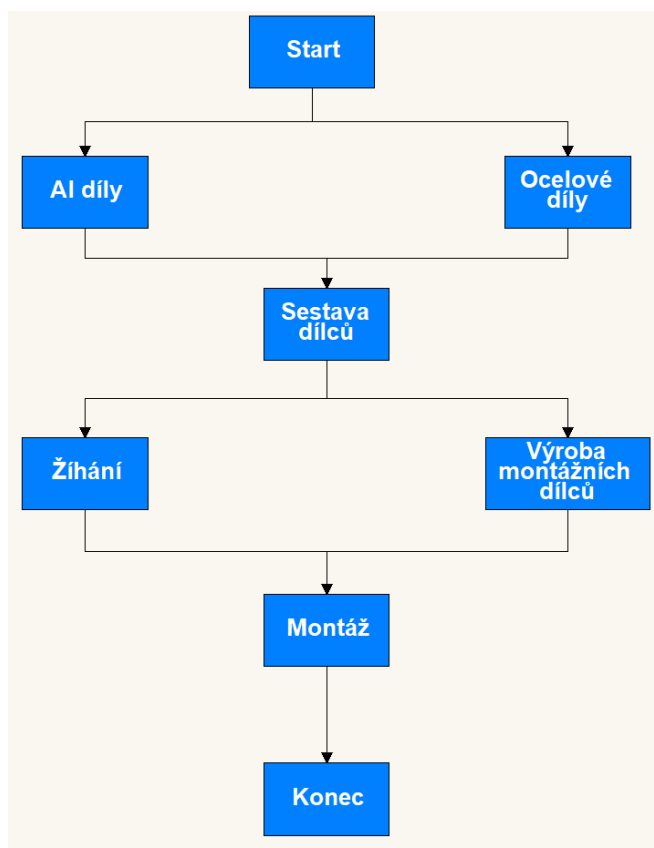
Sítový graf má celou řadu aplikací

- Nástroj pro nastavení optimálního průběhu procesu
- Nástroj pro rozhodování o optimalizacích
- Nástroj pro posouzení vlivu zpoždění konkrétní části na celek
- Identifikace kritické cesty v procesu
- Identifikace a optimalizace časových rezerv

Nejznámější a nepoužívanější metodou, která využívá síťový graf je metoda CPM (Critical Path Method) česky překládáno jako metoda kritické cesty.

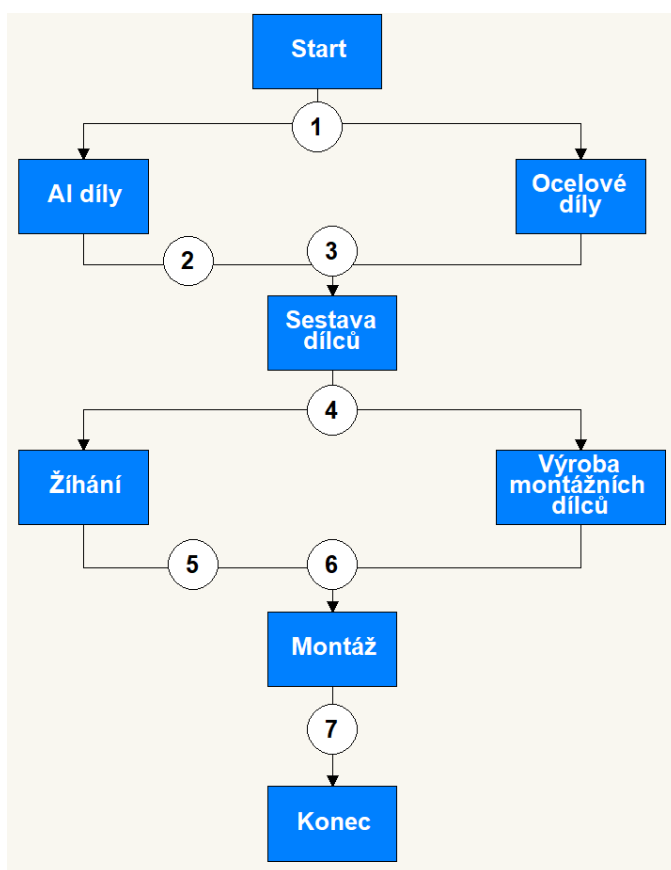
3.16.1 Postup zpracování síťového grafu

1. Zpracování vývojového diagramu (viz samostatná metoda)

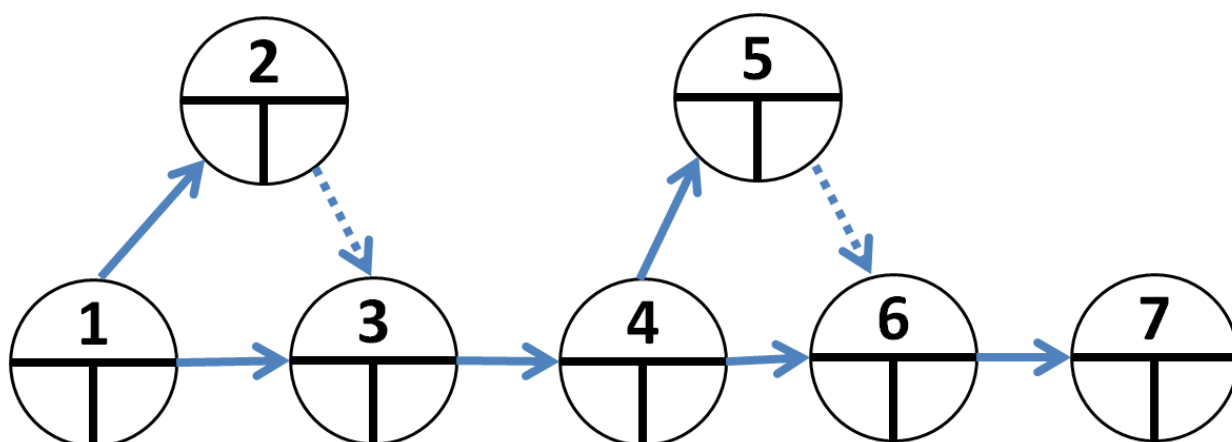


2. Zpracování postupového diagramu

Postupový diagram vytvoříme z vývojového diagramu přidáním očíslovaných dělicích uzlů, které v rámci procesu ohraničují vždy jednu konkrétní činnost. Splnění tohoto požadavku lze v určitých případech splnit pouze zavedením tzv. fiktivních činností, které se následně v grafu zakreslují čárkovanou spojnici. Příkladem takových fiktivních činností jsou „činnosti“ mezi uzly 2 a 3 a mezi uzly 5 a 6.



3. Transformace postupového diagramu na síťový graf
Síťový graf je složen z očíslovaných uzlů a spojnic (takzvaných hran). Uzly v tomto grafu symbolizují zahájení a ukončení jednotlivých činností a zobrazují se jako kruhy, spojnice mezi těmito uzly pak nahrazují konkrétní činnosti z postupového/vývojového diagramu.



3.16.2 Vyhodnocení síťového grafu

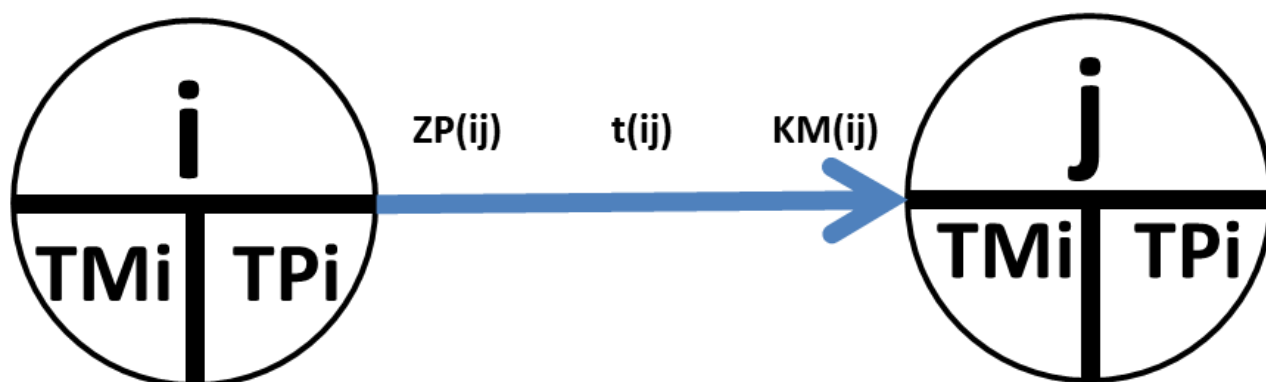
1. Nejprve je třeba stanovit délky trvání jednotlivých operací

Operace	Délka trvání	Operace	Délka trvání
Al díly	2	Žihání	5
Ocelové díly	4	Výroba montážních dílců	1
Sestava dílců	2	Montáž	1

2. Před samotným výpočtem kritické cesty je třeba si vysvětlit následující pojmy

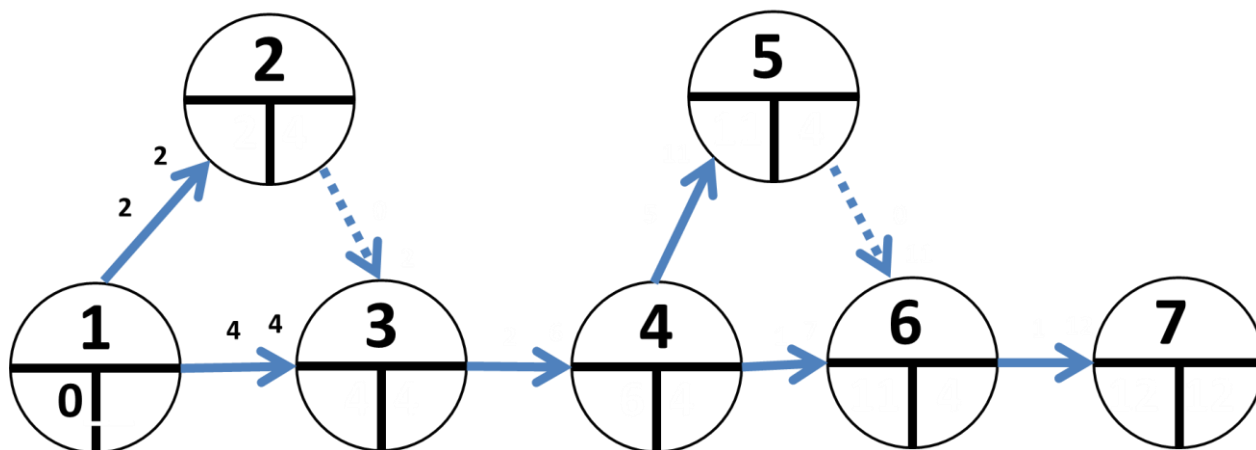
Název	Zkratka	Vysvětlení
Nejdříve možný začátek	ZM_{ij}	čas, kdy nejdříve může být činnost (i,j) zahájena
Nepozději přípustný začátek	ZP_{ij}	čas, kdy nepozději musí být činnost (i,j) zahájena
Nejdříve možný konec	KM_{ij}	čas, kdy nejdříve může být činnost (i,j) ukončena
Nepozději přípustný konec	KP_{ij}	čas, kdy nepozději musí být činnost (i,j) ukončena
nejdřívější čas uzlu	TM_i	Rovná se nejdříve možnému začátku ze všech činností, jež vycházejí z daného uzlu
nejpozdější čas uzlu	TP_i	Rovná se nejpozději přípustnému konci ze všech činností končících v daném uzlu
doba trvání činnosti	t_{ij}	doba trvání činnosti (i,j)

3. Výpočet začínáme v uzlu 1 a pracujeme dle schématu níže



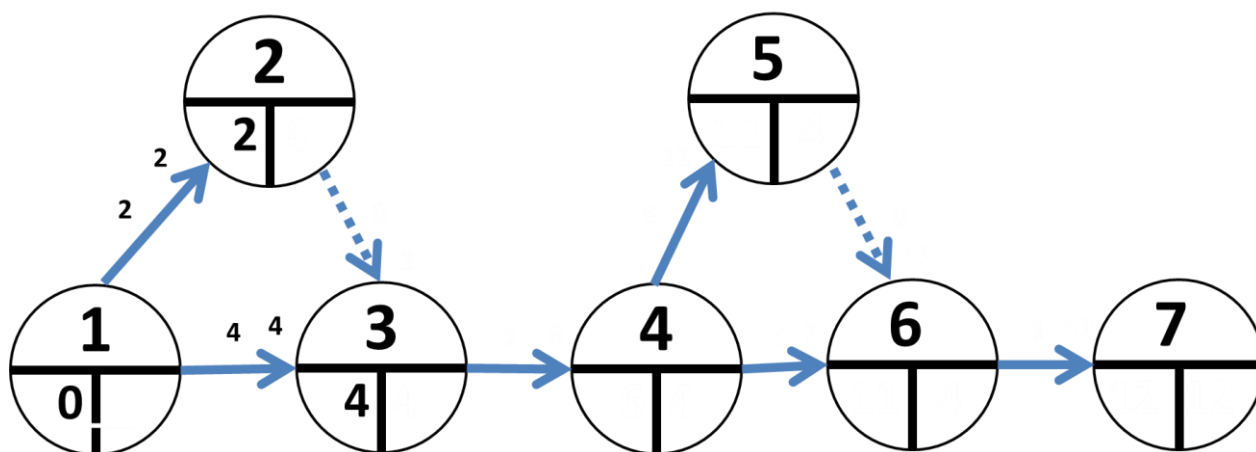
4. Pro uzel 1 platí – $TM_1=0$. Po spojnicích (hranách) postupujeme k následujícím uzlům a přitom vypočteme KM_{ij} každé činnosti a zapíšeme

$$KM_{ij} = TM_i + t_{ij}$$

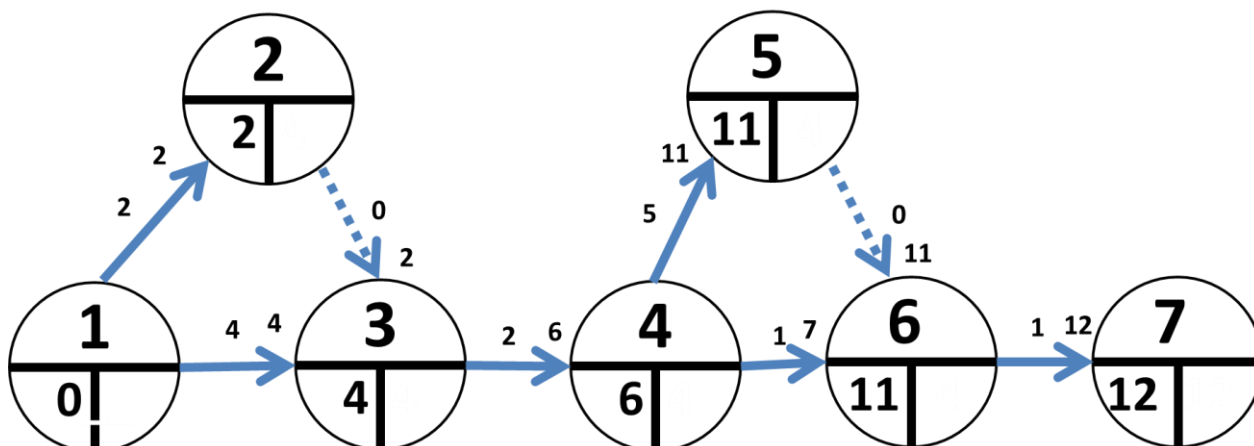


5. Hodnoty KM_{ij} vstupujících do určitého uzlu nám stanoví TM_i uzlu, což je čas, kdy nejdříve mohou být zahájeny činnosti z tohoto uzlu vycházející a vypočítáme ho ze vztahu.

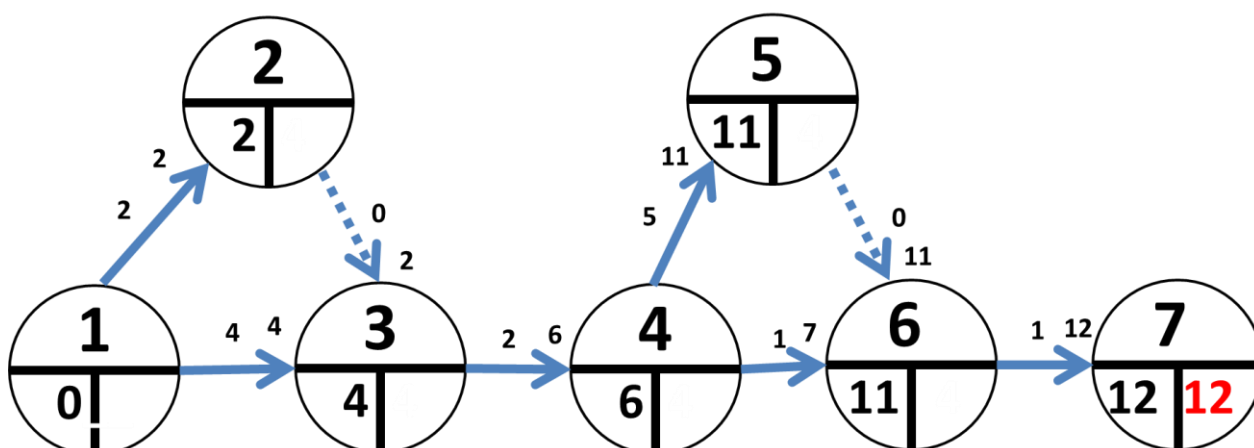
$$TM_j = \max KM_{ij}$$



6. Obdobně pokračujeme postupně až do konečného uzlu sítě

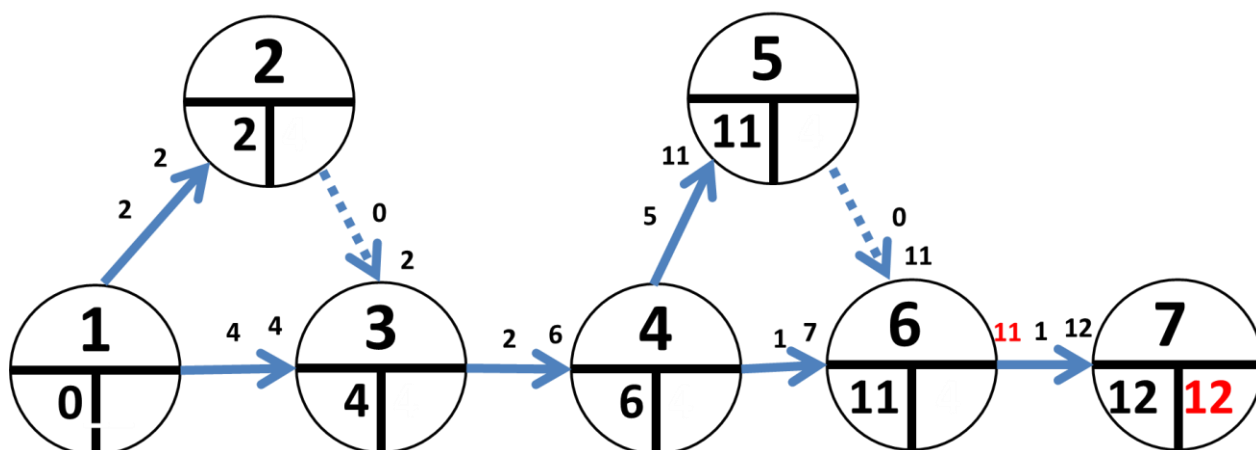


7. Pro výpočet KPIj a ZPij všech operací budeme vycházet z konečného uzlu sítě ve směru k počátečnímu uzlu. Nejpozdější čas posledního uzlu se bude rovnat nejdřívějšímu času posledního uzlu.



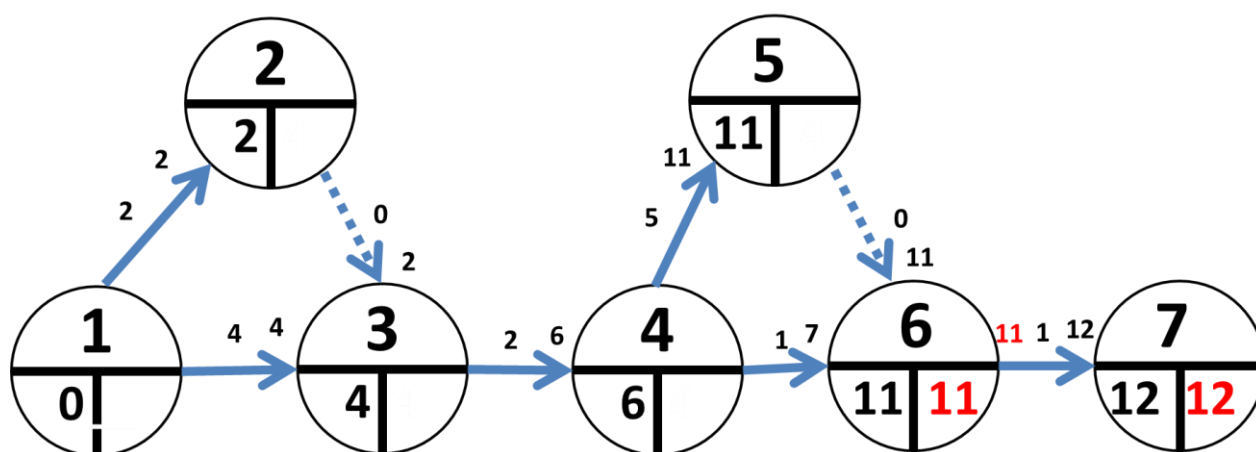
8. Postupujeme postupně od posledního uzlu k prvnímu a vypočítáváme ZPij.

$$ZP_{ij} = TP_j - t_{ij}$$

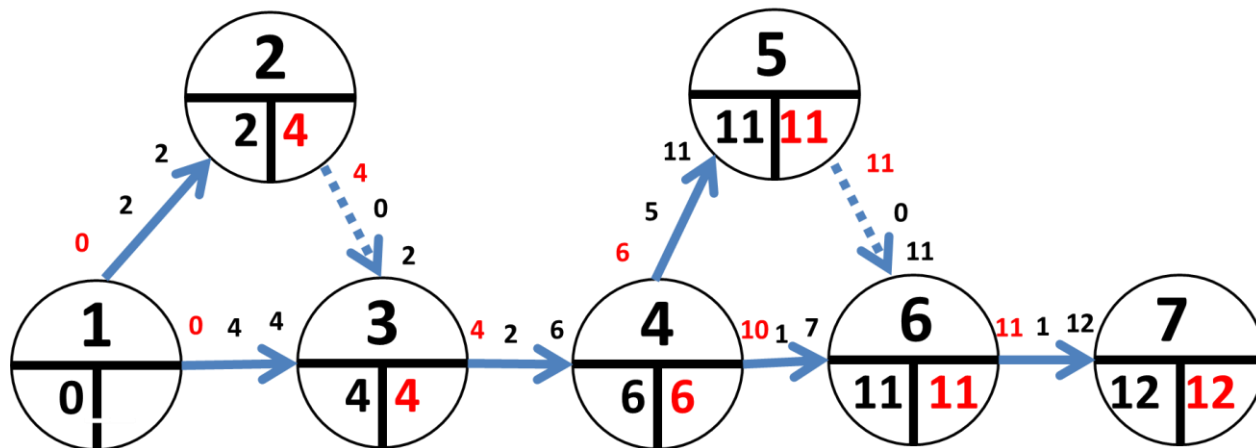


9. T_{Pi} uzlu je potom nejmenší hodnota Z_{Pij} vycházející z daného uzlu.

$$T_{Pi} = \min Z_{Pij}$$



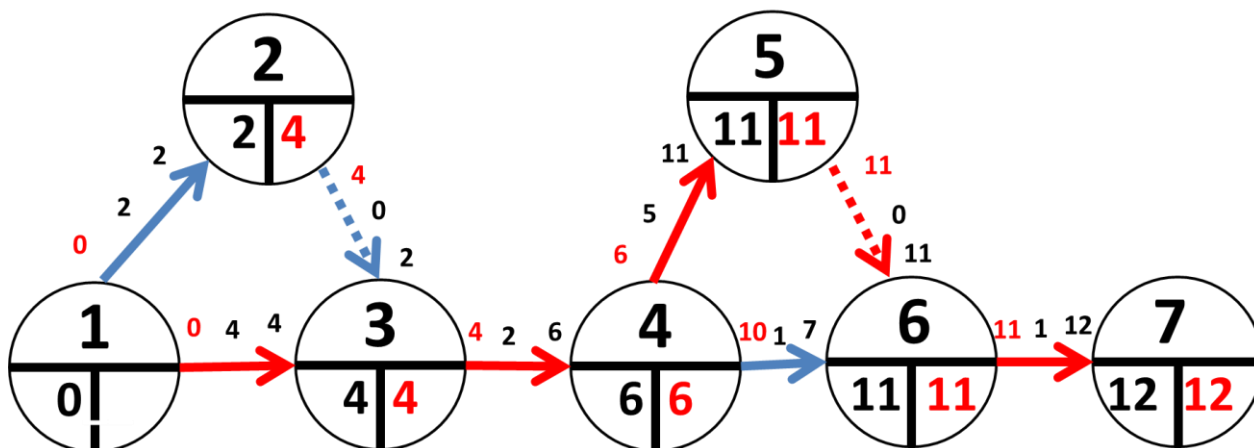
10. Obdobně pokračujeme postupně až do počátečního uzlu sítě



11. Stanovení kritické cesty

Nyní již nic nebrání stanovení kritické cesty, což je cesta z počátečního uzlu do konečného uzlu sítě, která trvá nejdelší čas.

Činnosti, které jsou součástí kritické cesty, nemají časovou rezervu, tudíž zpoždění kterékoli z nich vede ke stejnému dlouhému zpoždění celého procesu. Proto jsou tyto činnosti nazývané kritické.



12. Časové rezervy činností

Dále můžeme jednoduše vypočítat časové rezervy činností neležících na kritické cestě.

Název	Výpočet	Předpoklad
celková časová rezerva	$RC_{ij} = (TP_j - TM_i) - t_{ij}$	všechny předcházející činnosti skončily v nejdříve možných termínech a všechny následující činnosti začínají v nejpozději přípustných termínech
volná časová rezerva	$RV_{ij} = (TM_j - TM_i) - t_{ij}$	všechny předcházející činnosti skončily v nejdříve možných termínech a všechny následující činnosti začínají v nejdříve možných termínech
nezávislá časová rezerva	$RN_{ij} = \max (TM_j - TP_i - t_{ij})$	všechny předcházející činnosti skončily v nejpozději přípustných termínech a všechny následující činnosti začínají v nejdříve možných termínech

13. Zpracování Ganttova diagramu - Viz samostatná metoda PERT



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
46 z 48

Revize:
2

3.17 *Vývojový diagram*

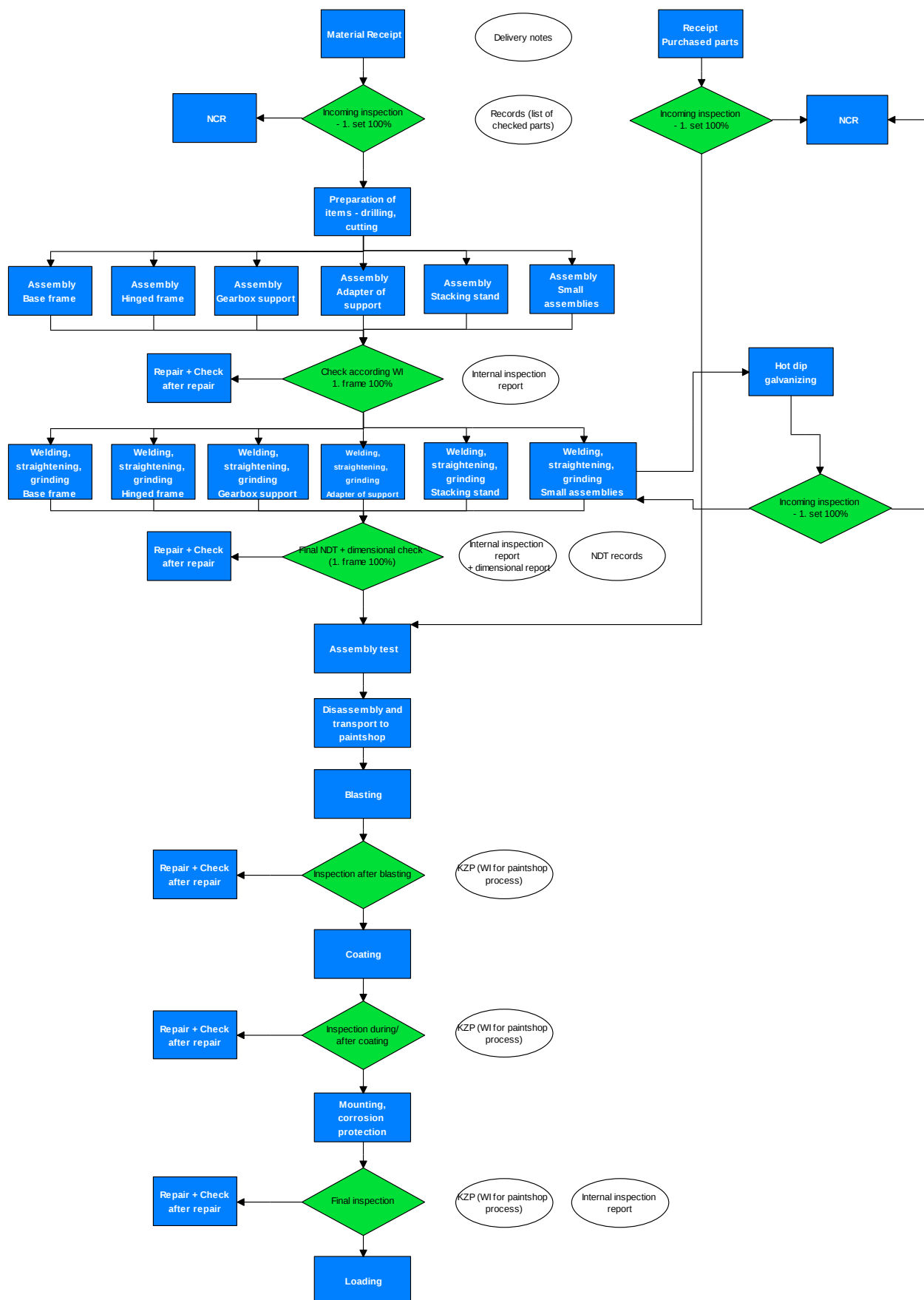
Použití: Nastavit nový process, popsat stávající fungování procesu

Související metody:

Představuje jednoduchou a široce uplatnitelnou formu zobrazení procesu a především vzájemných souvislostí uvnitř procesu.

K vytvoření kvalitních vývojových diagramů, které jsou často prezentované zákazníkům a auditorům je vhodné využít některý z bezplatných programů jako např. DiagramDesigner apod.

Absolutně není třeba řešit, kdy se má použít jaký tvar (aby se dodržela norma ČSN ISO 5807, kterou kromě autorů nikdo nečetl), na vývojovém diagramu je důležitá jeho přehlednost a intuitivnost. Stačí tvarově nebo barevně oddělit výrobní a kontrolní operace a zachovávat jednotnou strukturu pro všechny vývojové diagramy napříč organizací.



Vývojový diagram Proces výroby nového výrobku



Metody řízení kvality

Dok. č.:
P6CD022

Datum:
04.06.19

Strana:
48 z 48

Revize:
2

Revize

<u>Stav revizí</u>						
Revize	Datum revize	Revizi Provedl	Důvod revize	Stručný popis revize (článek/změna)	Schválil	Uvolnil
0	19.10.2018	Ing. L.Bakeš	Nově zpracovaný dokument	Nový dokument	Ing. L.Bakeš	Ing. L.Bakeš
1	14.5.2019	Ing. L.Bakeš	Doplňší metod	Nové metody	Ing. L.Bakeš	Ing. L.Bakeš
2	4.6.2019	Ing. L.Bakeš	Doplňší metod	PDPC	Ing. L.Bakeš	Ing. L.Bakeš