

Interreg



EUROPÄISCHE
UNION

Österreich-Tschechische Republik

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



MASCHINENBAU

Maschinenbetrieb und -wartung



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA



EUROPÄISCHE UNION

INHALT

1. Grundbegriffe	3
1.1. Grundlegende allgemeine Wartungsanforderungen:	4
2. Anforderungen und Sicherstellung der Betriebssicherheit, Wartungstheorie Provozní spolehlivost.....	6
2.1. Betriebssicherheit und technische Lebensdauer des Objekts	6
2.2. Anforderungen an die Betriebssicherheit	7
3. Bewertung der Instandhaltungs-effektivität	8
3.1. Gesamte Effektivität der Ausrüstung	9
3.2. Umfassende Methoden der Instandhaltungsbewertung.....	10
4. Instandhaltungsrisiken.....	11
4.1. Fehlerbaumanalyse ESTV - Prozess	11
4.2. Ereignisbaumanalyse ETA - Prozess	11
4.3. Risikofaktoren bei der Instandhaltung.....	11
5. Instandhaltungsaudit	14
5.1. Benchmarking.....	14
5.2. Outsourcing.....	15
5.3. Locators Studie zur Instandhaltung	16
5.4. Risikoanalyse.....	16
5.5. Quantifizierung der Betriebssicherheit.....	16
5.6. Qualität des Instandhaltungsmanagements.....	17
6. Zuverlässigkeitsmanagement	18
6.1. Definition	18
6.2. Tools für das Zuverlässigkeitsmanagement	18
6.3. Bedarf an Zuverlässigkeitsmanagement	19
6.4. Zuverlässigkeit in den einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus.....	19
6.5. Badewannenkurve	20
6.6. Feedback.....	21
6.7. Hintergrundinformationen für das Zuverlässigkeitsmanagement.....	22
7. Methoden des Zuverlässigkeitsmanagements.....	23
7.1. Histogramm	23
7.2. Trend	24
7.3. Pareto-Diagramm.....	24

7.4.	Ishikawa-Diagramm	25
8.	Zuverlässigkeitstests und Testpläne	26
8.1.	Klassifizierung von Zuverlässigkeitstests.....	26
8.2.	Testpläne	28
8.3.	Testmethodik	28
9.	Modellierung und Quantifizierung der Systemzuverlässigkeit	30
9.1.	Systemzuverlässigkeit.....	30
9.2.	Seriell-Modell der Zuverlässigkeit	30
9.3.	Parallel-Modell der Zuverlässigkeit	31
9.4.	Kombiniertes seriell-paralleles System.....	32
10.	Maschinenleistung	34
10.1.	Elektrischer Strom	34
10.2.	Nennleistungsklassen.....	35
11.	Leistung und Bedienung von Werkzeugmaschinen.....	37
11.1.	Maschinenleistung	37
11.2.	Maschinenbedienung	39
12.	Tribologie und tribotechnik	41
12.1.	Tribologie.....	41
12.2.	Tribotechnik	43

I. GRUNDBEGRIFFE

Instandhaltung - Kombination aller technischen, administrativen und Managementtätigkeiten während des Lebenszyklus eines Subjekts, um es zu erhalten oder in dem Zustand wiederherzustellen, in dem es die erforderliche Funktion erfüllen kann.

Instandhaltungsstrategie - Managementmethode zur Erreichung der Ziele der Instandhaltung

Instandhaltungsziele - stellen Sie ein solches System der Sachwertpflege sicher, dass einen realistischen objektiven Überblick bietet und dazu beiträgt, die Gesamteffektivität der Maschinen zu verbessern, löst die Probleme der Maschinen- und Anlagenwartung einschließlich ihrer Auswirkungen auf die Produktivität.

Instandhaltungsphilosophie und -strategie - System und Prinzip der Organisation und Durchführung der Instandhaltung. Sie basiert darauf, die Instandhaltung als Unternehmensproblem zu sehen, das unter optimalen Bedingungen den Betrieb von Maschinen und Anlagen durch eine Reihe von Aktivitäten sicherstellt.

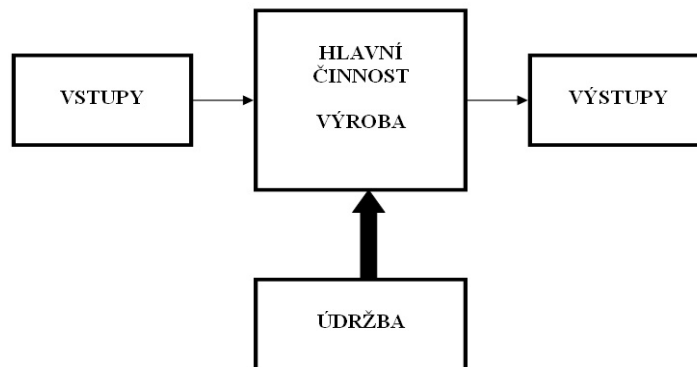
Instandhaltungskonzept - Beschreibung der Beziehungen zwischen dem Ort, an dem die Instandhaltung durchgeführt wird, dem Grad der Aufteilung des Objekts und dem Grad der Instandhaltung, der für die Objektpflege verwendet werden soll.

Nachhaltigkeit - die Fähigkeit des Objekts, in dem Zustand zu bleiben, in dem die erforderliche Funktion ausgeführt werden könnte, wenn die Instandhaltung unter den gegebenen Bedingungen durchgeführt wird und bestimmte Verfahren und Quellen verwendet werden.

Instandhaltungsbereitstellung - die Fähigkeit des Instandhaltungsteams, die Instandhaltung zum erforderlichen Zeitpunkt oder innerhalb des erforderlichen Zeitraums an einem Ort sicherzustellen, an dem die Instandhaltungsarbeiten erforderlich sind.

Sicherstellung der Wartung - dazu gehören Quellen, Service und Management, die für den Betrieb des Wartungssystems erforderlich sind.

Funktion der Instandhaltung im Produktionsprozess



Legende: *vstupy* - input, *hlavní činnost* - Haupttätigkeit, *výroba* - Produktion, *výstupy* - output, *údržba* - Wartung

I.I. Grundlegende allgemeine Wartungsanforderungen:

Prozessansatz - Funktionalität und Kompetenz bei optimalen Kosten ist effizienter, wenn die Instandhaltung als Prozess gesteuert wird.

Systemansatz - Die Effizienz und Effektivität der Instandhaltung wird durch das Management zusammenhängender Prozesse verbessert.

Instandhaltungsmanagement - Das Top-Management der Instandhaltung muss das Umfeld im Einklang mit der Gesamtstrategie und dem Konzept des Produktionsmanagements fördern und schaffen.

Einbeziehung aller Mitarbeiter - die Instandhaltung ist ein Thema für das gesamte Personal, nicht nur für die Wartungsarbeiter.

Denk- und Einstellungswandel - Verständnis und Wahrnehmung von Instandhaltung als Ansatz zur Steigerung der Qualifikation aus Sicht der Instandhaltungsarbeit

Entscheidungsfindung auf der Grundlage von Fakten - Datenanalyse mit vordefinierter Sicherheit und deren Anwendung in Informationssystemen, die in Echtzeit arbeiten und für eine Entscheidung notwendig sind.

Kontinuierliche Verbesserung - Verbesserung der Instandhaltungsprozesse in Bezug auf Technologie und Organisation

Förderung guter Lieferantenbeziehungen - Lösung der Instandhaltung durch Zentralisierung und Integration in die Produktion (autonome Instandhaltung) und Trennung (externe Instandhaltung).

3-P-P-Prinzip

PRÄVENTION - Durchführung von Wartungsarbeiten zur richtigen Zeit - im Voraus

PROKTIVITÄT - Suche nach Ursachen für Ausfälle

PRODUKTIVITÄT - richten Sie Wartungsarbeiten so ein, dass die Produktion nicht beeinträchtigt wird.

2. ANFORDERUNGEN UND SICHERSTELLUNG DER BETRIEBSSICHERHEIT, WARTUNGSTHEORIE PROVOZNI SPOLEHLIVOST

"Eine produkt-(maschinen-)charakteristische Eigenschaft, die es ermöglicht, bestimmte Funktionen innerhalb der zulässigen Toleranz unter gegebenen Betriebsbedingungen und erforderlicher Betriebszeit auszuführen." Zu den Haupteigenschaften gehören:

- Funktionalität,
- Sicherheit,
- Zuverlässigkeit,
- Wartbarkeit,
- Bereitschaft.

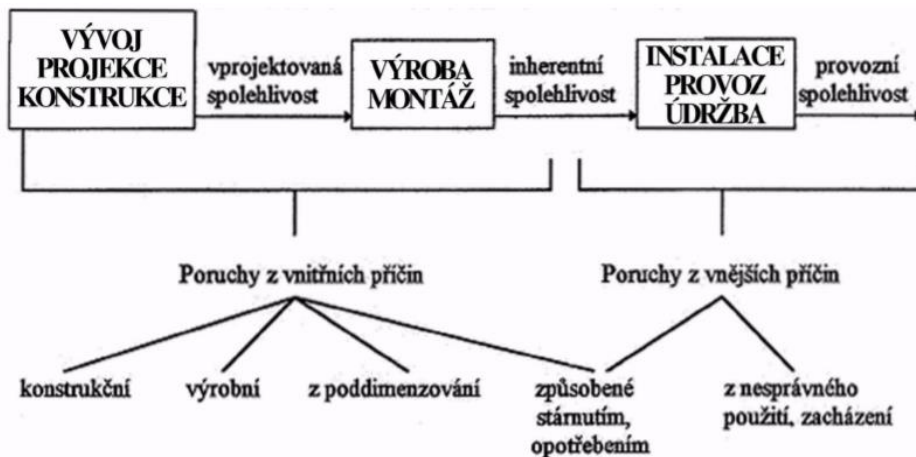
Die Sicherstellung der Betriebssicherheit ist als Systemproblem zu verstehen, bei dem alle miteinander verbundenen Prozesse und Aktivitäten im Kontext gelöst werden.

2.1. Betriebssicherheit und technische Lebensdauer des Objekts

Man kann sagen, dass die Gewährleistung der Betriebssicherheit Teil des technischen Lebens jedes Objekts ist.

Die betriebliche Unzuverlässigkeit kann ganz am Anfang des technischen Lebens des Objekts beginnen.

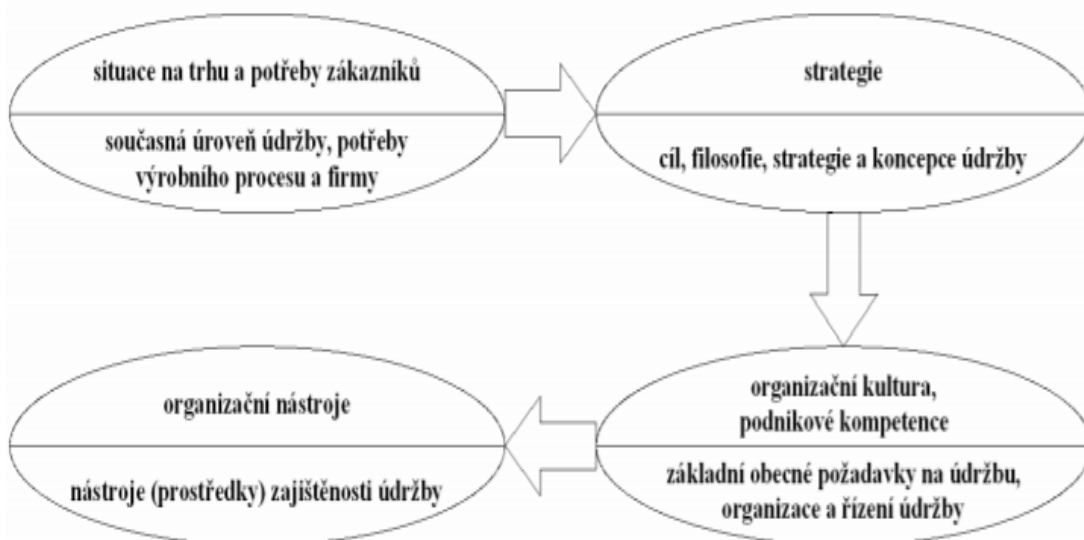
Der Verlauf des technischen Lebens: Er bezieht sich auf die Zuordnung von Zuverlässigkeit und Ausfällen zur grundlegenden Aufteilung des Objektlebenszyklus:



Das Bild zeigt deutlich, was der Begriff Betriebsicherheit bedeutet. Es ist die wichtigste Phase des technischen Lebens einer Maschine, da die Maschine zu einem Produktionsmittel wird = sie schafft einen Wert. Natürlich gibt es eine Rückmeldung zur Betriebsicherheitsüberwachung, die zu einer innovativen Rekonstruktion unzuverlässiger Bauknoten oder ihrer Teile führt.

2.2. Anforderungen an die Betriebsicherheit

Wenn wir der Notwendigkeit eines Systemansatzes für die Instandhaltung als Mittel zur Gewährleistung der Betriebsicherheit gerecht werden wollen, müssen solche Verfahren und Prozesse eingesetzt werden, die es ermöglichen, die Ziele, Strategien und Konzepte zu erreichen (siehe folgende Abbildung).



3. BEWERTUNG DER INSTANDHALTUNGS-EFFEKTIVITÄT

Die Instandhaltungskosten sind notwendig für die Wiederherstellung der ursprünglichen Funktion der Produktionsstätte; daher ist es notwendig, sich mit der Aufrechterhaltung der Wirtschaftlichkeit und Bewertung zu befassen.

- Probleme, die es zu lösen gilt:
 - *Instandhaltungskosten x Minimierung der Ausfallzeiten (Maschinenstillstand)*
- Das Verhältnis zwischen Kosten und Aufwand ist nicht eindeutig.
 - direkt (einfach zu berechnen - Ersatzteile, Schmierstoffe,...)
 - schwer abschätzbarer Einfluss der Instandhaltung auf Ausfälle, Qualitätsverschlechterungen, Verluste,.....

Effektiver und produktiver Betrieb bedeutet:

- Vorteile für die Anlage / Maschine
- Vorteile für Menschen (Servicepersonal)
- Vorteile für die Maschinenbedienung

Für die tatsächlichen Kosten gilt, dass 7/8 der Kosten versteckt oder schwer zu identifizieren sind. Dies wird im **DIAGRAM (sogenanntes Eisbergkostenmodell)** deutlich.

Legende:

Snadno měřitelné - einfach zu messen, nízký vliv na zisk - geringe Auswirkungen auf das Ergebnis. Obtížně měřitelné - schwer messbar, vysoký vliv na zisk - hoher Einfluss auf den Gewinn, náklady na mzdy, Material, náhradní díly, externí služby údržby - Lohn, Material, Ersatzteile, externe Wartungskosten, výměna nástrojů, seřizování - Austausch von Werkzeugen, Anpassungen, poruchy - Störungen, dostupnost - Verfügbarkeit, chod naprázdno a kratší odstávky - Leerlauf und kurze Ausfallzeiten, chod při snížené rychlosti - Betrieb mit niedrigerer Geschwindigkeit, míra výkonnosti - Leistungsniveau, zmetky, přepracovaná výroba - Ausschuss, überarbeitete Produkte, ztráty při nájedzu zařízení - Verluste bei Betriebsbeginn, míra kvality - Qualitätsniveau, pozdní dodávky - verspätete Lieferungen, špatný image podniku - schlechtes Image der Firma, neefektivní využívání kvalifikace - ineffiziente Nutzung von qualifiziertem Personal, nízká pružnost - geringe Flexibilität



3.1. Gesamte Effektivität der Ausrüstung

OEE - „Overall Equipment Effectiveness“ - Nutzungsgrad x Leistungsniveau x Qualitätsniveau x Qualitätsniveau

Auslastungsgrad der Verfügbarkeit - Verluste durch Ausfälle, Rekonstruktionen, Einstellungen und Anpassungen

$$\text{Nutzungsgrad} = \frac{\text{Mögliche Betriebszeit} - \text{Ausfallzeit}}{\text{Mögliche Betriebszeit}}$$

Leistungsniveau - Verluste durch ungenutzte Ausfallzeiten, reduzierte Geschwindigkeit und kurze Schließzeiten.

$$\text{Leistungsniveau} = \frac{\text{Anzahl der produzierten Produkte} \times \text{TAKT (idealer Zyklus)}}{\text{Mögliche Betriebszeit} - \text{Ausfallzeit}}$$

tätsniveau - Verluste durch Ausschuss, Produktionsbeginn, Nacharbeit.

Qualitätsniveau = $\frac{\text{Anzahl der produzierten Produkte} - \text{Ausschuss} - \text{mehr Arbeit}}{\text{Anzahl der produzierten Produkte}}$

OEE = $\frac{\text{Anzahl der Qualitätsprodukte} \times \text{idealer Zyklus}}{\text{Mögliche Betriebszeit}}$

OEE-Verbesserung um 1 % entspricht 5-20 % der Wartungskosten!

3.2. Umfassende Methoden der Instandhaltungsbewertung

- Gesamte Wartungseffizienz
 - Wartungseffizienzindex
 - Wartungsanzeigekurve
 - Instandhaltungsaudit

- Instandhaltungsrisiken (Bewertungsmethoden)
 - FME/FMECA - Fehlermodusanalyse / Fehlermodus, Auswirkungen und Kritikalität
 - ESTV - Fehlerbaumanalyse
 - ETA - Ereignisbaumanalyse

4. INSTANDHALTUNGSRISIKEN

Gefahr - Fähigkeit des Objekts, ein negatives Phänomen / eine negative Situation zu verursachen.

Bedrohung - mögliche Aktivierung der Gefahr

Risikogerechte Form der gegebenen Tätigkeit (Bewusstsein für das Gefahrenpotenzial und seinen Umfang)

4.1. Fehlerbaumanalyse ESTV - Prozess

- Definition der Fehleranalyse, Identifizierung möglicher Ursachen und Typen
- Entwicklung des Top-Levels zu Low-Level-Phänomenen (Ursachen für übergeordnete Ereignisse werden gesucht)
- Beschreibung der Fehlerursachen (was, wo, wie, wie, warum)
- Durchführung von Analysen, um:
 - Liste der Kombination von möglichen Arten und Fehlerursachen erstellen
 - Wahrscheinlichkeit, mit der die Situation eintreten kann

4.2. Ereignisbaumanalyse ETA - Prozess

- Umkehrprozess zur Freihandelszone: Die Auswirkungen des Komponentenzustands auf das Gesamtsystem werden angestrebt.
- Wird oft als Ergänzung zum Freihandelsabkommen verwendet.

4.3. Risikofaktoren bei der Instandhaltung

- Das Instandhaltungsrisiko ist ein Produkt aus Wahrscheinlichkeit und Wirkung des Auftretens von Fehlern.
- Wahrscheinlichkeitswert für das Auftreten von Fehlern:

$$P_i = \frac{n_i}{H \cdot N - Pr}$$

- P_i – hodnota pravděpodobnosti vzniku poruchy
- n_i – počet oprav i -té kategorie důležitosti daného uzlu
- H – počet hodin práce za den
- N – počet dní v roce
- Pr – prostoj daného uzlu v dané kategorii důležitosti

Legende:

hodnota pravděpodobnosti vzniku poruchy - Wahrscheinlichkeitswert für das Auftreten von Ausfällen, počet oprav i -té kategorie důležitosti daného uzlu - Anzahl der Reparaturen für das i -te Niveau der gegebenen Hubbedeutung, počet hodin práce za den - Anzahl der Arbeitsstunden pro Tag, počet dní v roce - Anzahl der Tage pro Jahr, prostoj daného uzlu v dané kategorii důležitosti - Ausfallzeit der gegebenen Hubs in dem gegebenen Bedeutungsniveau

- Konsequenz des Ausfalls

$$D_i = \frac{m \cdot c + U_i}{H \cdot N}$$

- D_i – důsledek vzniku poruchy
- m – množství výrobků za rok na daném uzlu
- c – cena výrobku
- H – počet hodin práce za den
- N – počet dní v roce
- U_i – celkové roční náklady na údržbu daného uzlu

Legende:

důsledek vzniku poruchy - consequence of failure, množství výrobků za rok na daném uzlu - number of products per year for the given hub, cena výrobku - product price, počet hodin práce za den - number of work hours per day, počet dní v roce - number of days per year, celkové roční náklady na údržbu daného uzlu - total annual costs of the given hub maintenance

- Das Instandhaltungsrisiko ist ein Produkt der Ausfallwahrscheinlichkeit und ihrer Folgen.

$$R_i = D_i \cdot P_i$$

- R_i – hodnota rizika údržby
- D_i – důsledek vzniku poruchy
- P_i – hodnota pravděpodobnosti vzniku poruchy

Legende:

*hodnota rizika údržby - Risikowahrungswert, důsledek vzniku poruchy - Fehlerereignis Folge,
hodnota pravděpodobnosti vzniku poruchy - Fehlerereigniswahrscheinlichkeit Wert*

5. INSTANDHALTUNGSAUDIT

Es bezieht sich auf die Überprüfung des implementierten Managementsystems der Organisationseinheiten und die Identifizierung möglicher Verstöße gegen die einschlägigen Normen, Dokumentationen usw.

Klassifizierung:

- Systemaudit
- Prozessaudit
- Betriebsprüfung

Das Wartungsaudit umfasst:

- Instandhaltungs-Benchmarking
- Instandhaltungsoutsourcing
- Locators Studie zur Instandhaltung
- Management Wartungsqualität
- Risikoanalyse
- Quantifizierung der Betriebssicherheit

5.1. Benchmarking

Es ist ein kontinuierlicher und systematischer Prozess des Vergleichs und der Messung von Produkten, Prozessen und Methoden des Unternehmens mit denen der Organisationen, die als geeignet für die Zwecke der Definition des Ziels der Verbesserung der eigenen Aktivitäten ausgewählt wurden.

Allgemeines Vorgehen beim Benchmarking

- Bestimmung der zu vergleichenden Positionen
- Bestimmung, mit wem verglichen werden soll
- Erhebung von Daten über die Prozessleistung und die Kundenbedürfnisse
- Prozessvergleiche und Identifikation von möglichen Qualitätsverbesserungen

Benchmarking-Ziele:

- Kosteneinsparung
- Steigerung der Kundenzufriedenheit
- Weltklasse-Performance verstehen
- Bessere Entscheidungsfindung
- Festlegen anspruchsvollerer Ziele

- Beschleunigung des Veränderungsprozesses

5.2. Outsourcing

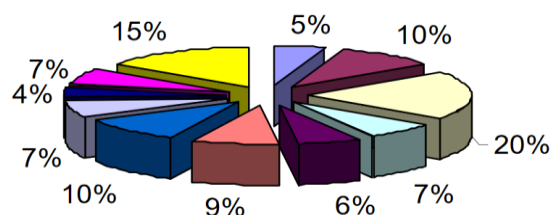
Outsourcing = outside resource using, externe Ressourcen nutzen

- Nutzung externer Ressourcen
- Sicherstellung von Tätigkeiten, die keine Kernkompetenzen des geprüften Unternehmens sind.

Outsourcing-Ziele:

- Ausgewählte Tätigkeiten und Aufgaben schneller, sicherer und wirtschaftlicher ausführen.
- Reduzierung der Anzahl der eigenen Mitarbeiter
- Konzentration der eigenen Quellen auf Schlüsselkompetenzen

Jaké služby se outsourcují?



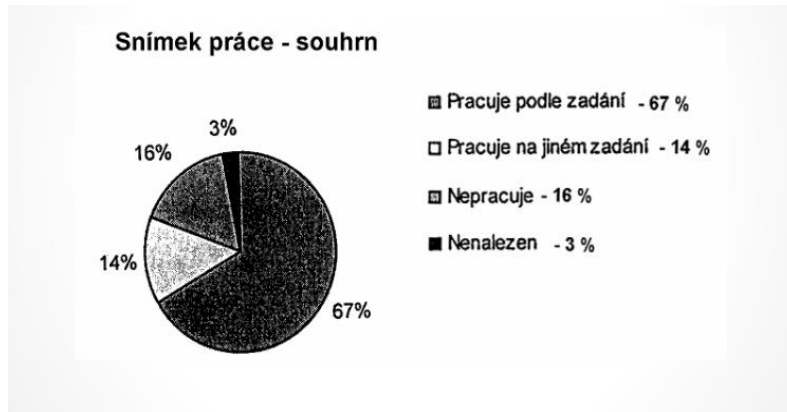
■ Doprava	■ Nemovitosti	■ Informační technologie
■ Výroba	■ Marketing a prodej	■ Human Resources
■ Distribuce a logistika	■ Finance	■ Management
■ Služby zákazníkům	■ Administrativa	

Legende:

Jaké služby se outsourcují? - Welche Dienstleistungen werden ausgelagert? Doprava - Transport, výroba - Produktion, Vertrieb einer Logistik - Distribution und Logistik, služby zákazníkům - Kundenservice, nemovitosti - Immobilien, Marketing eines Produktes - Marketing und Vertrieb, Finanzen - Finanzen. Administrativa - Verwaltung, informační technologie - Informationstechnologien, Personalwesen, Management

5.3. Locators Studie zur Instandhaltung

- Studie zur Auslastung des Wartungspersonals
- Die Studie zeigt die tatsächliche Arbeitsbelastung und Auslastung während der Arbeitszeit.



Legende:

snímek práce - souhrn - Übersicht der Arbeitsbelastung, pracuje podle zadání - Arbeit entsprechend der Aufgabe, pracuje na jiném zadání - Arbeit nicht entsprechend der Aufgabe, nepracuje - nicht funktionierend, nenalezen - nicht gefunden

5.4. Risikoanalyse

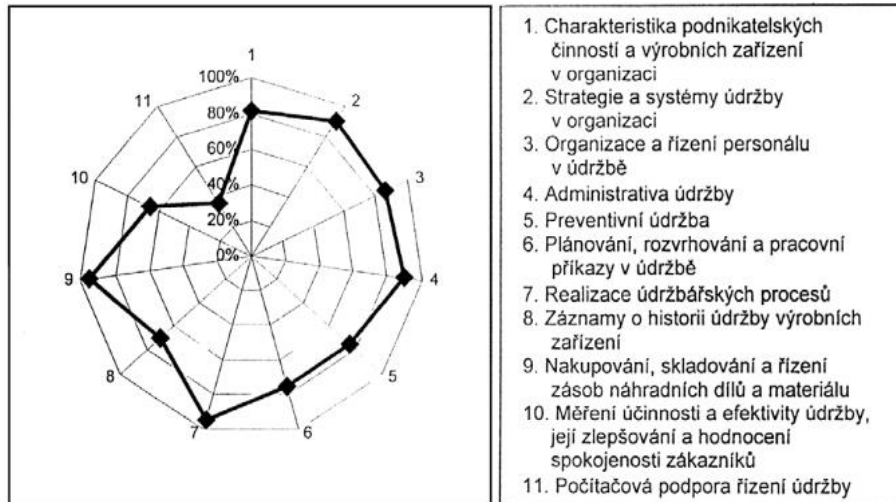
Identifiziert die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls und seine Folgen mit Hilfe der folgenden Methoden: FMEA, FMECA, FTA, ETA, HAZOP, etc.

5.5. Quantifizierung der Betriebssicherheit

Die mathematische Grundlage der Zuverlässigkeitsquantifizierung ist die Anzahl der Wahrscheinlichkeiten und die mathematische Statistik. Diese Werkzeuge sind notwendig für die Beschreibung und Analyse von zufälligen Phänomenen und Prozessen, die den Versagens- und Erneuerungsprozessen entsprechen.

5.6. Qualität des Instandhaltungsmanagements

Es handelt sich im Wesentlichen um die Quantifizierung einer Antwort auf 11 Arten von Problemen, die in das sogenannte radiale Diagramm eingegeben werden.



Legende:

Charakteristika podnikatelských činností a výrobních zařízení v organizaci - Merkmale der unternehmerischen Aktivitäten und der Produktionsausrüstung in Unternehmen. 2. Strategie a systémy údržby v organizaci - Strategien und Systeme der Instandhaltung in der Organisation, 3. Organizace a řízení personálu v údržbě - Organisation und Management des Instandhaltungspersonals, 4. Administrativa údržby - Instandhaltungsadministration, 5. Preventivní údržba - Präventive Instandhaltung, 6. Plánování, rozvrhování a pracovní příkazy v údržbě - Planung, Planung und Arbeitsaufträge in der Instandhaltung, 7. Realizace údržbářských procesů - Durchführung von Instandhaltungsprozessen, 8. Záznamy o historii údržby výrobních zařízení - Aufzeichnungen über die Geschichte der Instandhaltung von Produktionsanlagen, 9. Nakupování, skladování a řízení zásob náhradních dílů a materiálu - Einkauf, Lagerung und Verwaltung von Ersatzteilen und Material, 10. Měření účinnosti a efektivity údržby, její zlepšování a hodnocení spokojenosti zákazníků - Messung der Effizienz und Effektivität der Instandhaltung, ihre Verbesserung und Bewertung der Kundenzufriedenheit, 11. Počítačová podpora řízení údržby - IT-Unterstützung des Instandhaltungsmanagements

6.ZUVERLÄSSIGKEITSMANAGEMENT

6.1. Definition

Zuverlässigkeit - Gemäß ČSN 01010102 ist Zuverlässigkeit definiert als:

"allgemeine Eigenschaft des Objekts, die in der Fähigkeit besteht, die erforderlichen Funktionen zu erfüllen und gleichzeitig die Werte der festgelegten Indikatoren innerhalb vorgegebener Grenzen und Zeiten gemäß den festgelegten technischen Bedingungen zu erhalten."

Diese Definition wird durch mehrere Erläuterungen ergänzt:

- Zuverlässigkeit ist eine komplexe Eigenschaft, die z.B. störungsfreien Betrieb, Lebensdauer, Nachhaltigkeit und Lagerfähigkeit beinhalten kann, entweder einzeln oder kombiniert.
- Technische Bedingungen beziehen sich auf die Spezifikationen der technischen Eigenschaften, die für die spezifische Funktion des Objekts, die Betriebsarten, die Lagerung, den Transport, die Wartung und die Reparatur erforderlich sind.
- Betriebsparameter sind Indikatoren für Produktivität, Geschwindigkeit, elektrische Energie und Kraftstoffverbrauch, etc.

6.2. Tools für das Zuverlässigkeitsmanagement

- Zuverlässigkeitsplan
- Zuverlässigkeitsprogramm
- Zuverlässigkeitsmethoden
- Zuverlässigkeitstests
- Zuverlässigkeitsstandards
- Schulung und Qualifizierung im Bereich der Zuverlässigkeit

6.3. Bedarf an Zuverlässigkeitsmanagement

- Alle Unternehmensbereiche sind an der Gewährleistung der Zuverlässigkeit beteiligt, indem sie Tätigkeiten ausführen, die in einer bestimmten Reihenfolge sowie zu einem bestimmten Zeitpunkt und Umfang durchgeführt werden müssen. Aus diesem Grund müssen diese Aktivitäten so koordiniert werden, dass die vom Kunden geforderte Zuverlässigkeit bereits ab der ersten Zuverlässigkeitsstufe erreicht wird.
- Das Zuverlässigkeitsmanagement erfolgt in Übereinstimmung mit dem für die einzelnen Unternehmensbereiche geltenden System durch unterschiedliche Aufgaben (Anzahl, Schwierigkeit), Befugnisse und Verantwortlichkeiten.
- Das Zuverlässigkeitsmanagement bezieht sich hauptsächlich auf die Koordination aller Tätigkeiten und Operationen im Zusammenhang mit der Schaffung und Sicherstellung der Zuverlässigkeit in Übereinstimmung mit Normen und anderen Rechtsvorschriften zur Zuverlässigkeit.
- Sie bezieht sich vor allem auf die Gewährleistung der Zuverlässigkeit in der längsten Betriebsphase.
- Der Zuverlässigkeit muss große Aufmerksamkeit geschenkt werden.
- Je komplizierter die Ausrüstung ist, je ungünstiger die Bedingungen und je gravierender die Folgen der Unzuverlässigkeit sind, desto höher ist die Notwendigkeit oder sogar die Notwendigkeit, den Betrieb der Ausrüstung zu steuern, d.h. gezielt auf die Gewährleistung der Zuverlässigkeit zu reagieren.

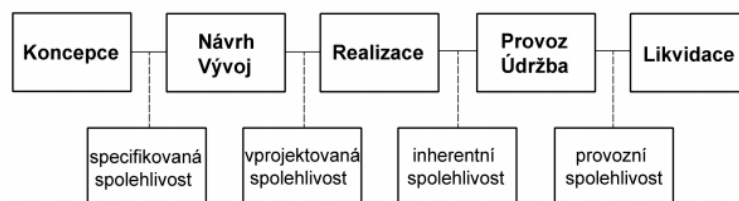
6.4. Zuverlässigkeit in den einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus

Zuverlässigkeitsdisziplinen werden in allen Produktlebenszyklen angewendet; der Lebenszyklus kann gemäß der Norm CSN EN 13306 Wartung - **Wartungsterminologie** definiert werden.

Konkret bezieht es sich auf:

- Konzept (Spezifikation) der Anforderungen an die Ausrüstung, ihre Leistung, Zuverlässigkeit und Lebensdauer - so genannte spezifizierte Zuverlässigkeit.

- Design und Entwicklung der Geräteparameter, Bedingungen für einen störungsfreien Betrieb und Wartbarkeit, sogenannte Zuverlässigkeit "Design".
- Umsetzung (Produktion) - Bedarf, Auswahl und Installation der Anlagen - wir arbeiten mit so genannter inhärenter Zuverlässigkeit.
- Betrieb und Wartung - Prüfmittel und deren Inbetriebnahme; aufgrund unterschiedlicher Bedingungen bei verschiedenen Kunden wird sie als "Betriebssicherheit" bezeichnet.
- Entsorgung - Entsorgung einer nicht funktionierenden oder stillgelegten Maschine



6.5. Badewannenkurve

Es gibt mehr Möglichkeiten, den Lebenszyklus von Geräten zu unterteilen, eine davon ist die Badewannenkurve, die den Lebenszyklus in drei Stufen unterteilt.

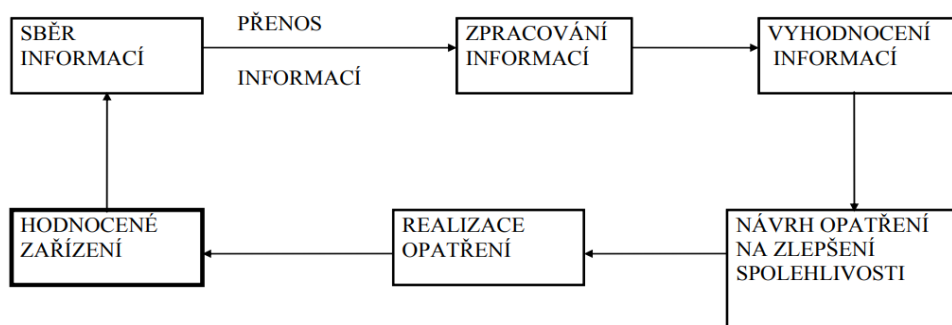


- Stufe I - eine Zeit häufiger Ausfälle. Es sind Merkmale mit einem starken Rückgang der Ausfallrate. Eine hohe Ausfallrate zu Beginn wird durch das Einfahren der Maschine verursacht, wobei Störungen durch Fertigungs-, Montage- oder Konstruktionsfehler auftreten.

- Stufe II - eine Phase des normalen Betriebs. Es bezieht sich auf einen langen Zeitraum, der als Zeitraum der normalen Nutzung bezeichnet wird. Das Gerät wird für seinen ursprünglichen Zweck verwendet, wobei etwa 26 Ausfälle mehr oder weniger konstant auftreten. Diese sind meist auf äußere Ursachen zurückzuführen, es gibt keinen Verschleiß, der die Eigenschaften der Geräte beeinträchtigt.
- Stufe III - eine Phase der Abnutzung. Die Ausfallrate steigt durch Materialalterung und Verschleiß. Nach Überschreitung der zulässigen Ausfallrate wird das Gerät außer Betrieb genommen und entsorgt.

6.6. Feedback

- Ein wichtiger Bestandteil des Zuverlässigkeitsmanagements ist das Feedback.
- Das Feedback ermöglicht es den Abteilungen, die den Betrieb sicherstellen, sich bewusst zu sein:
 - Der Unterschied zwischen der geforderten und der tatsächlichen Zuverlässigkeit
 - Gründe für einen solchen Unterschied



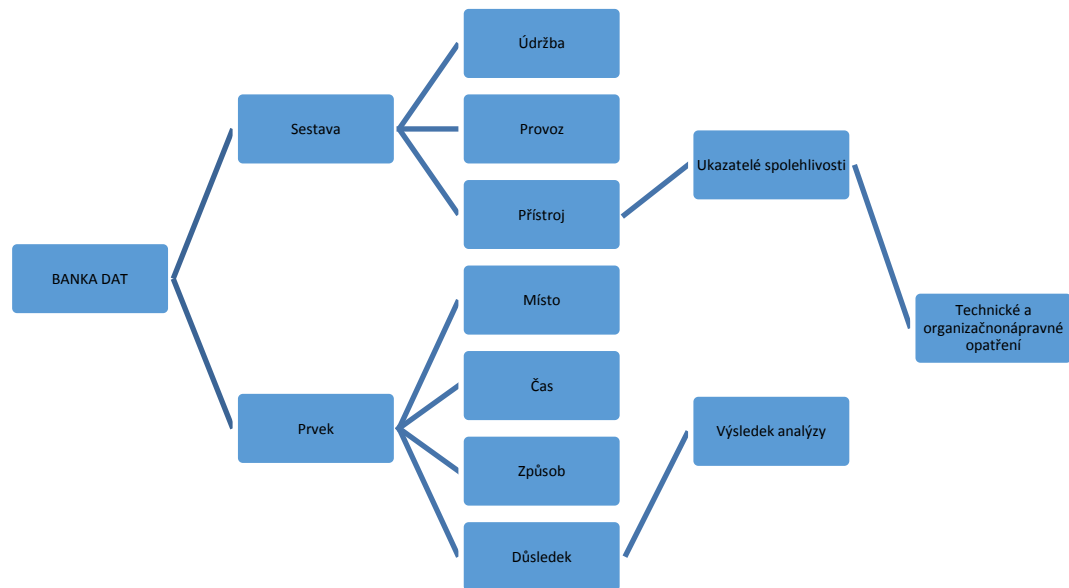
Legende:

sběr informací - Informationssammlung, přenos informací - Informationsübermittlung, zpracování informací - Verarbeitungsinformationen, vyhodnocení informací - Bewertung, návrh opatření na zlepšení spolehlivosti - Maßnahmen zur Verbesserung der Zuverlässigkeit vorgeschlagen, Realisierung opatření - Umsetzung von Maßnahmen, hodnocené zařízení - Ausrüstung / Gerät bewertet

6.7. Hintergrundinformationen für das Zuverlässigkeitsmanagement

Wichtiger Teil:

- Analyse der Zuverlässigkeit
- Zuverlässigkeitsdatenbank



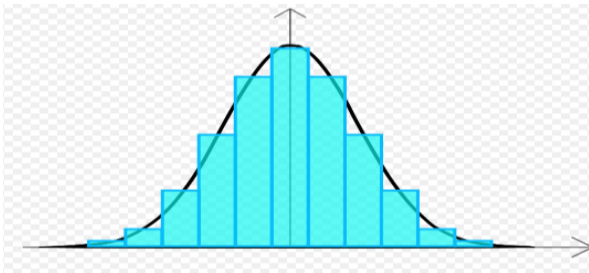
7.METHODEN DES ZUVERLÄSSIGKEITSMANAGEMENTS

Wichtige Methoden der Zuverlässigkeitsanalyse und Fehlerdiagnose im Rahmen des Zuverlässigkeitsmanagements sind unter anderem folgende:

- Histogramm
- Trend
- Pareto-Diagramm
- Ishikawa-Diagramm

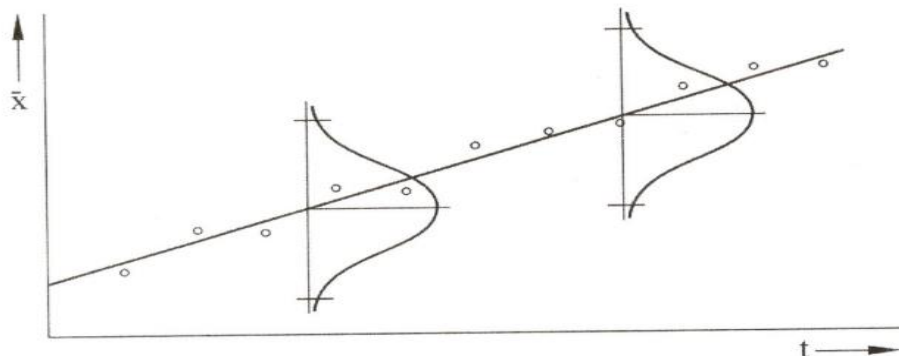
7.1. Histogramm

Das Histogramm ist eine grafische Darstellung der Datenverteilung mittels eines Balkendiagramms mit den gleich breiten Behältern, die die Intervalle (Klassen) ausdrücken, während ihre Höhe die Frequenz der im gegebenen Intervall überwachten Variablen darstellt.



7.2. Trend

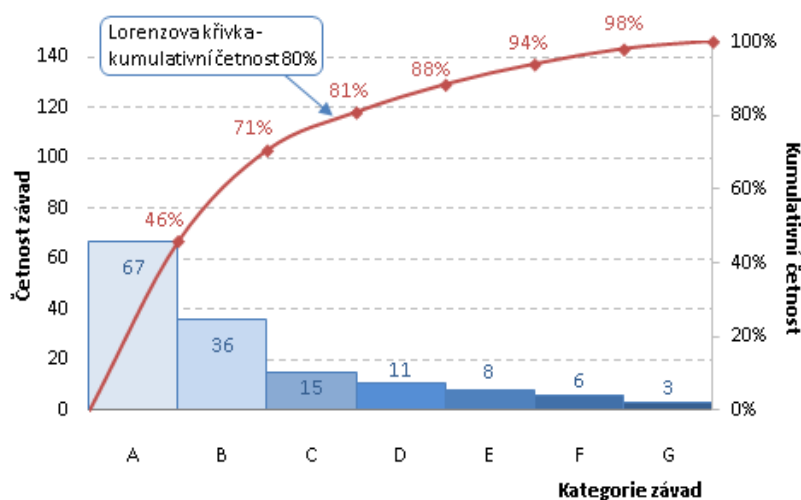
Zeigt die Entwicklung der Zuverlässigkeitsindikatoren im Zeitverlauf an.



7.3. Pareto-Diagramm

Das Pareto-Diagramm, benannt nach Vilfredo Pareto, ist eine Kombination aus Balken- und Liniendiagramm, bei dem die Behälter, die den Kurs für einzelne Kategorien darstellen, nach Größe geordnet sind (der höchste Behälter befindet sich links, der niedrigste rechts) und die Linie den Prozentsatz des kumulierten Kurses darstellt. Das Pareto-Diagramm dient dazu, die Bedeutung der einzelnen Kategorien aufzuzeigen.

Bei der Analyse der Prozessfehlerrate ist ein Pareto-Diagramm zu verwenden, bei dem die Fehler durch viele Faktoren verursacht werden können und es wichtig ist, die wichtigsten zu identifizieren. Bei der Erstellung eines Pareto-Diagramms ist es notwendig, die anzuzeigenden Kategorien, die zu messenden Variablen und den zu überwachenden Zeitraum festzulegen.

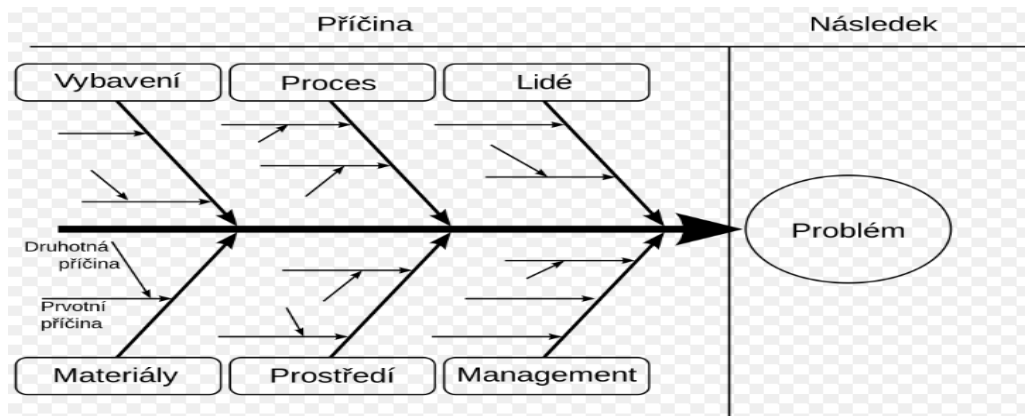


7.4. Ishikawa-Diagramm

Es ist das Ursache-Wirkungs-Diagramm.

Es löst das Problem der Identifizierung der wahrscheinlichen Ursache eines Problems.

Das Ishikawa-Diagramm ist eines der sieben grundlegenden Werkzeuge zur Qualitätsverbesserung.



8. ZUVERLÄSSIGKEITSTESTS UND TEST-PLÄNE

Die Zuverlässigkeitsprüfung zielt darauf ab, die Informationen zu erhalten, aus denen die Zuverlässigkeitsindikatoren abgeleitet werden, basierend auf der Überprüfung der Ausrüstung während der Zuverlässigkeitsprüfung.

8.1. Klassifizierung von Zuverlässigkeitstests

- Durch die spezifische Eigenschaft wird die Zuverlässigkeitsprüfung angestrebt.
- Durch Entscheidung, wie die Geräte, die während der Zuverlässigkeitsprüfung Fehler aufweisen, behandelt werden sollen.
- Durch die Zuverlässigkeitsprüfungen werden die Ergebnisse
- Durch einen bestimmten Prüfzweck
- An dem Ort, an dem die Zuverlässigkeitsprüfung durchgeführt wird.
- In der Phase der Produktentstehung

Durch die spezifische Eigenschaft, die der Zuverlässigkeitstest anstrebt, werden die Tests weiter unterteilt in Tests von:

- Problemloser Betrieb
- Lebensdauer
- Wartbarkeit
- Reparaturfähigkeit
- Lagerfähigkeit
- Standby

Durch Entscheidung, wie die Geräte, die während der Zuverlässigkeitsprüfung Fehler aufweisen, behandelt werden:

- **ohne Erneuerung** - wenn ein Fehler auftritt, wird die Funktionsfähigkeit des Geräts nicht wiederhergestellt und der Test wird mit einer geringeren Anzahl von geprüften Elementen fortgesetzt.
- **mit Erneuerung** - die Betriebsfähigkeit des Gerätes wird durch Reparatur oder Austausch erneuert.

Durch die Zuverlässigkeitsprüfungen werden die Ergebnisse

- **verkürzte Tests** - sie sind abgeschlossen, bevor ein Ausfall aller getesteten Geräte auftritt.

- **beschleunigt** - diese werden unter verschärften Funktions- und Außenbedingungen durchgeführt, dass sie unter Bedingungen, die im Normalbetrieb nicht auftreten, erfolgen.

Durch einen bestimmten Prüfzweck

- **Bestimmen** - identifiziert den Wert von Zuverlässigkeitsindikatoren für die jeweilige Anlage.
- **Verifizierung** - der Wert der Zuverlässigkeitsindikatoren wird mit dem vorgeschriebenen oder geforderten Wert verglichen.

An dem Ort, an dem die Zuverlässigkeitsprüfung durchgeführt wird.

- **Labortests** - sie werden unter bestimmten Laborbedingungen durchgeführt.
- **Simulationstests** - diese werden in Labors durchgeführt, wenn diese Bedingungen die Betriebsbedingungen nachahmen.
- **Feldversuche** - sie werden unter festgelegten Betriebsbedingungen durchgeführt.
- **Testbetrieb** - diese werden unter Bedingungen durchgeführt, die dem realen Betrieb entsprechen.

In der Phase der Produktentstehung

- **Entwicklungstests**
- **Produktionstests**

Eine Planung von Zuverlässigkeitstests beschreibt eine Reihe von Hauptaktivitäten, die in chronologischer Reihenfolge durchgeführt werden. Es beinhaltet:

- Beschreibung der erforderlichen Funktion, die das Gerät erfüllen muss.
- Festlegung der Messmethode, die während der Prüfung verwendet wird, um mögliche Fehler zu erkennen.
- Spezifikation und Sicherstellung geeigneter Mess- und Registrierungsverfahren zur kontinuierlichen Überwachung und Aufzeichnung der Betriebsbedingungen, unter denen das Gerät während der Prüfung arbeiten muss.
- Bestimmung eines kritischen Fehlers, d.h. der Grenzen einzelner gemessener Parameter oder anderer Merkmale, die die Funktion der geprüften Geräte charakterisieren, und bei Überschreitung gilt das Gerät als fehlerhaft.
- Festlegung des Prüfplans

8.2. Testpläne

Der Testplan ist eine Reihe von Regeln, die bei der Beschaffung von Daten zur Schätzung von Zuverlässigkeitsindikatoren eingehalten werden müssen.

Der Testplan ist durch eine Kombination von drei Symbolen gekennzeichnet: n - Anzahl der geprüften Geräte, $U/R/M$ - Austausch oder Erneuerung fehlerhafter Komponenten / Elemente, r - wenn die Prüfung bei Auftreten des r -ten Fehlers beendet ist oder t - wenn die Prüfung nach Ablauf der Zeit t beendet ist.

Beispiel:

$[n, U, n]$ - n Objekte werden überwacht. Fehlerhafte Objekte werden nicht erneuert oder ersetzt. Die Überwachung ist beendet, wenn die Anzahl der Fehler n ist.

$[n, U, t]$ - n Objekte werden überwacht. Fehlerhafte Objekte werden nicht erneuert oder ersetzt. Die Überwachung ist beendet, wenn nach dem Zeitraum t .

8.3. Testmethodik

Es enthält hauptsächlich Fachinformationen und technische Unterlagen für die Prüfung:

- Art der Prüfung, Name
- Zweck der Prüfung, Bindung, Gültigkeit, Gültigkeit
- Liste der getesteten und bewerteten Parameter
- Qualitative Parameterwerte
- Testverfahren
- Liste der Prüfmittel, Vorrichtungen und Werkzeuge
- Ein Diagramm der Prüfmittel, die die Verbindung herstellen.
- Spezifikation von Produkten und deren Komponenten, für die die Methodik geeignet ist.
- Algorithmen, mathematische Verfahren und Relationen für die Testbewertung
- Software zur Testauswertung und zum Drucken von Prüfberichten
- Genauigkeit des Prüfverfahrens und entsprechende Richtigkeit des Prüfergebnisses
- Überschrift für die Tabelle zur Testdatenerfassung
- Testbedingungen
- Spezifikation der Testbedingungen
- Belastung der Parameter der Arbeitsumgebung
- geprüfte Stückzahl
- Dauer der Prüfung
- Prüfzyklus
- Kriterien für die Ergebnisbewertung

- Randbedingungen
- Name des Unternehmens und Name des Autors der Methodik, verantwortlicher Mitarbeiter und Unterschrift
- Liste der Normen, Vorschriften und Dokumente, auf deren Grundlage die Prüfmethode erstellt wurde.

9. MODELLIERUNG UND QUANTIFIZIERUNG DER SYSTEMZUVERLÄSSIGKEIT

9.1. Systemzuverlässigkeit

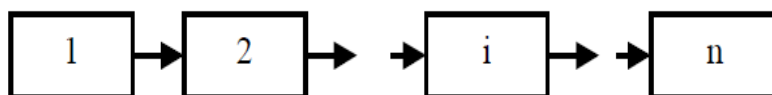
Zuverlässigkeit kann als die Fähigkeit des Systems (Produkt, Komponente, Maschine, Software usw.) angesehen werden, die erforderliche Funktion zu erfüllen. Eine hohe Systemzuverlässigkeit ist insbesondere für Systeme erforderlich, die kritische Anwendungen oder sogar Menschenleben ausführen. Die Zuverlässigkeit des Systems wird durch seine Komponenten und deren Anbindung an das System beeinflusst. Die Zuverlässigkeit des Systems ändert sich auch je nach den Betriebsbedingungen, unter denen das System arbeitet. Ein Beispiel sind Luftfahrtgeräte, die während des Fluges immer wieder dynamischen Veränderungen in ihrer Umgebung ausgesetzt sind. Aus mathematischer Sicht ist Zuverlässigkeit definiert als eine Wahrscheinlichkeit, dass der Systembetrieb während der gegebenen Zeit und unter gegebenen Betriebsbedingungen dem Systemzweck angemessen ist.

Zuverlässigkeitsmodelle

- Serielles Modell der Zuverlässigkeit
- Paralleles Modell der Reliabilität
- Kombiniertes seriell-paralleles System

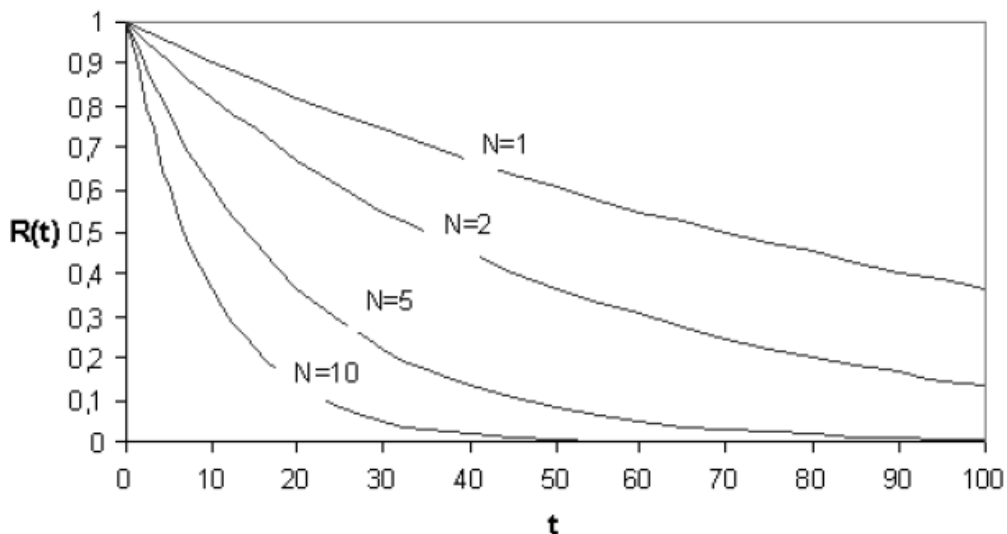
9.2. Serielles Modell der Zuverlässigkeit

Seriell System bezieht sich auf das Verbinden von n Elementen in einer Reihe (nacheinander), wobei ein Ausfall eines Elements den Ausfall des gesamten Systems verursacht. Das Blockschaltbild ist in Bild 4.1 dargestellt. Die Blöcke in der Verbindung entsprechen den einzelnen Elementen. Zwischen Ein- und Ausgang gibt es nur eine Verbindung, die alle Blöcke durchläuft. Dieses System kann auch durch die Grafik im Bild dargestellt werden.



Obr.4.1 Blokové schéma sériového systému.

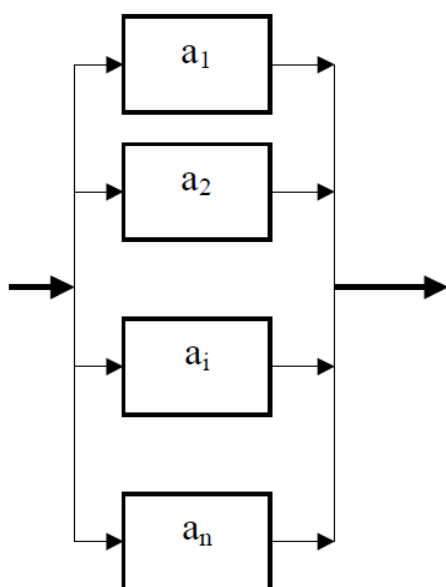
Průběhy $R(t)$ pro sériové spojení jsou pro různý počet prvků uvedeny na obr. 15.



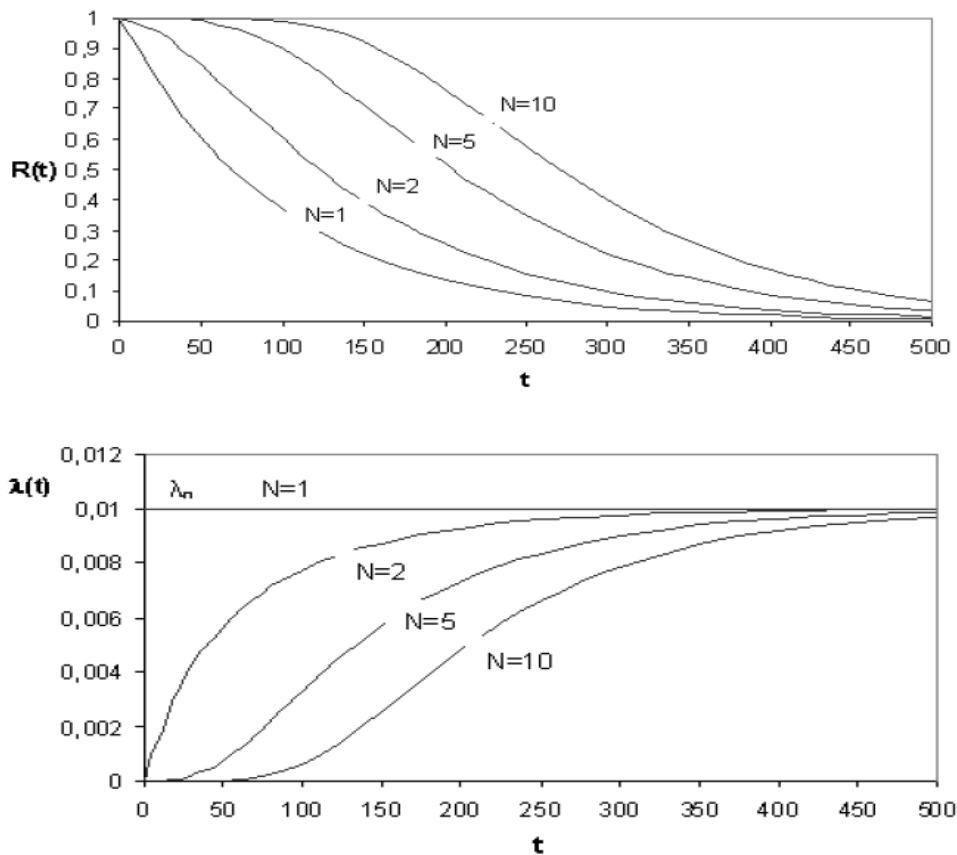
9.3. Paralel-Modell der Zuverlässigkeit

Das Parallelsystem ist die Verbindung von n Elementen in Paralleles (nebeneinander). Ein Systemausfall tritt auf, wenn alle Elemente ausfallen. Das Blockdiagramm und die orientierte Grafik eines parallelen Systems sind in der Abbildung dargestellt.

Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, genügt ein voll funktionsfähiges Element. Eine solche Verbindung kann als redundant oder Backup bezeichnet werden, und sie wird auch sehr oft nur zum Zwecke der Sicherung verwendet.



Průběhy pravděpodobnosti bezporuchového provozu $R(t)$ pro různý počet paralelně zapojených prvků s exponenciálním rozdělením dob do poruchy jsou vyneseny na obr. 17.

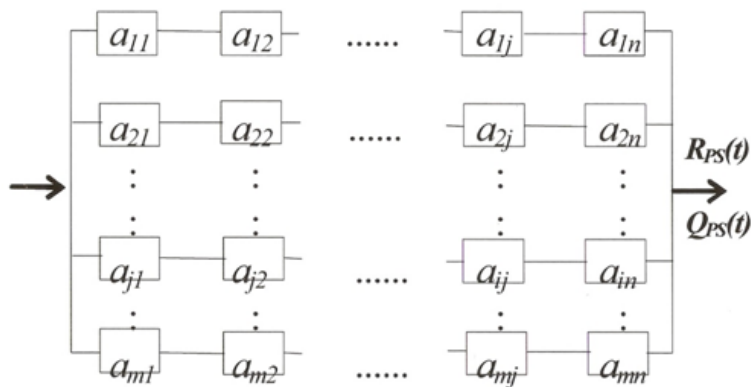


Obr. 17 Průběh $R(t)$ a $\lambda(t)$ pro různé hodnoty počtu paralelně zapojených prvků

9.4. Kombiniertes seriell-paralleles System

Es ist eine Kombination aus serieller und paralleler Verbindung von Elementen in einem Zuverlässigkeitsblockdiagramm. Die Berechnung der individuellen Zuverlässigkeitsindikatoren erfolgt durch schrittweise Vereinfachung der einzelnen seriellen und parallelen Verbindungen bis hin zur vollständigen Vereinfachung.

Bei der Lösung des Problems ist es notwendig, sich schrittweise mit den einzelnen parallelen Elementen und seriellen Ketten zu befassen, während das Verfahren der Methodik zur Multiplikation der Fehler- oder Zuverlässigkeitswahrscheinlichkeit nicht geändert werden darf. Die Umrechnung von einem Parameter in einen anderen erfolgt durch Subtraktion von 1.



Vergleich von $R_{ps}(t)$ und $R_{sp}(t)$

- Bei gleichen Werten von R_{ij} und den gleichen Abmessungen des Systems m ist n der Wert des $R_{sp}(t)$ immer höher als der $R_{ps}(t)$, da es im seriell-parallelen System immer mehr Pfade vom Eingang zum Ausgang gibt.
- Das seriell-parallele System beschreibt eine Sicherung jedes Elements separat, während im parallel-seriellen System immer das gesamte Subsystem gesichert wird.

10. MASCHINENLEISTUNG

Die Leistung der Maschine muss regelmäßig überwacht werden. Für die Leistungsüberwachung gibt es drei mögliche Methoden.

Die erste Methode besteht in einer halbautomatischen Leistungsüberwachung, bei der die Eingangsdaten, wenn möglich, automatisch eingegeben werden. Die Daten werden elektronisch erhoben. Die Daten werden jedoch teilweise noch manuell durch autorisiertes Personal erhoben. Die gesammelten Daten werden dann von einem kompetenten Mitarbeiter verarbeitet und ausgewertet. Zu diesem Zweck wird die Informationstechnologie in Form von Computern eingesetzt, und die Daten werden auf einer gemeinsam genutzten Diskette gespeichert, auf die andere Mitarbeiter Zugriff haben, oder die Daten werden direkt übertragen.

Die Eingabedaten für die Berechnungen können manuell erfasst werden, und die Berechnungen werden auch manuell mit Hilfe von Papierformularen durchgeführt und auch manuell ausgewertet. Die Daten werden in der Regel nur wenige Male im Jahr an einem ausgewählten Standort im Unternehmen präsentiert. Ein Nachteil einer solchen Methode ist die Abhängigkeit vom menschlichen Faktor, Ungenauigkeit, häufige Datenausfälle aus verschiedenen Gründen und die damit verbundene Unzuverlässigkeit.

Das Verfahren zur automatischen Erfassung der Maschinenleistungsdaten besteht darin, sowohl die Maschinen als auch die Arbeitsplätze mit Terminals auszustatten, an denen die Daten automatisch erfasst werden, nachdem das Produkt die Linie passiert hat. An den Kontrollarbeitsplätzen geben die Mitarbeiter das Datum in den Computer ein. Die Daten werden dann im Informationssystem gesammelt. In diesem Fall ist die Wahrscheinlichkeit eines menschlichen Fehlers vernachlässigbar gering und die Daten zeigen eine hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit. Die Ergebnisse solcher Prozesse werden geschätzt. Ein gewisser Nachteil dieser Datenerhebungsmethode ist der hohe Anschaffungspreis, während die Kosten für die tägliche Datenerhebung nahezu Null sind.

10.1. Elektrischer Strom

Die Maschinenleistung variiert, aber eine Grundlage jeder Maschine ist eine Energiequelle, z.B. ein Servomotor, ein Elektromotor und andere Energiequellen. Im Maschinenbau kann man sagen, dass die Maschinenleistung von elektrischen Quellen bestimmt wird, insbesondere bei Werkzeugmaschinen und anderen Maschinen, die im Maschinenbau eingesetzt werden. Diese Leistung der elektrischen Maschine wird als Nennleistung bezeichnet. Die Nennleistung muss vom Hersteller festgelegt werden. Bei der Bestimmung der Nennleistung muss der Hersteller eine der Nennleistungsklassen wählen. Die Angabe der Klasse muss nach der Nennleistung erfolgen. Liegt keine Anzeige vor, gilt die Nennleistung für Dauerlast. Die Nennleistung kann in vier Klassen für vier Arten von Stromquellen eingeteilt werden. Bei Gleichstromgeneratoren ist es eine an den

Klemmen messbare Nennleistung. Eine weitere Quelle ist ein Wechselstromgenerator, bei dem die Scheinleistung an Klemmen gemessen und in Voltampere ausgedrückt wird, während beim Gleichstromgenerator die Leistung in Watt angegeben wird. Eine der am weitesten verbreiteten Maschinenleistungsquellen sind Elektromotoren, bei denen die Nennleistung eine mechanische Leistung an der Welle des Motors ist, ausgedrückt in Watt. Der vierte Typ, der nicht sehr verbreitet ist, aber erwähnenswert ist, sind Synchronkompensatoren, bei denen die Nennleistung Blindleistung an den Klemmen ist und in Blindspannungsschaltern angegeben wird.

10.2. Nennleistungsklassen

Nennleistung für Dauerlast

Nennleistung, mit der die Maschine unbegrenzt arbeiten kann und gleichzeitig die Anforderungen erfüllt.

Diese Nennleistungsklasse entspricht der Last S1 und wird als Nennleistung für Last S1 bezeichnet.

Nennleistung für Kurzzeitbetrieb

Nennleistung, bei der die Maschine für einen begrenzten Zeitraum, beginnend bei Umgebungstemperatur, arbeiten kann und gleichzeitig die Anforderungen erfüllt.

Diese Nennleistungsklasse entspricht der Last S2 und wird als Nennleistung für Last S2 bezeichnet.

Nennleistung für periodische Belastung

Nennleistung, bei der die Maschine im Arbeitszyklus arbeiten kann und gleichzeitig die Anforderungen erfüllt.

Diese Nennleistungsklasse entspricht einer der periodischen Lasten S3 - S8 und wird als Nennleistung für die jeweilige Lastart bezeichnet.

Wenn nicht anders angegeben, muss die Dauer des Arbeitszyklus 10 Minuten betragen.

Nennleistung für diskontinuierliche Dauerbelastung und Umdrehungen

Nennleistung, bei der die Maschine mit relevanter Last und Umdrehungen des Lasttyps S10 unbegrenzt lange unter Einhaltung der Anforderungen arbeiten kann. Bei der Bestimmung der maximal zulässigen Belastung während eines Zyklus ist es notwendig,

alle Maschinenkomponenten zu berücksichtigen, z.B. das Isolationssystem in Bezug auf die Exponentialregel für die relativ erwartete thermische Lebensdauer, das Lager in Bezug auf die Temperatur und andere Komponenten in Bezug auf die thermische Ausdehnung. Wenn die maximale Tragfähigkeit in anderen relevanten IEC-Normen nicht angegeben ist, darf sie das 1,15-fache der aus der Lastart S1 resultierenden Last nicht überschreiten. Die Mindestlast kann Null sein, während die Maschine stillsteht oder abgekuppelt ist und nicht funktioniert.

Diese Nennleistungsklasse entspricht der Last S10 und wird als Nennleistung für die Lastart S10 bezeichnet.

Nennleistung für äquivalente Last

Nennleistung für Prüfzwecke, bei der die Maschine unter konstanter Last bis zum Erreichen einer stationären Temperatur arbeiten kann und bei der die gleiche Erwärmung der Statorwicklung wie die durchschnittliche Erwärmung während des Arbeitszyklus mit der angegebenen Lastart.

Eine Maschine, die für den allgemeinen Gebrauch ausgelegt ist, muss eine Nennleistung für Dauerlast aufweisen und unter Lasttyp S1 arbeiten können.

Wenn die Last nicht vom Kunden vorgegeben wurde, wird die Lastart S1 verwendet und die zugeordnete Nennleistung muss die Nennleistung für Dauerlast sein.

Wenn die Maschine für eine Nennleistung für einen kurzen Betrieb ausgelegt ist, muss die Lastart S2 sein.

Wenn die Maschine für Lastwechsel oder für Last einschließlich Leerlaufbetrieb oder Abschaltung ausgelegt ist, muss die Nennleistung die Nennleistung für periodische Last sein, die sich aus der gewählten Lastart S3 - S8 ergibt.

Wenn die Maschine für nicht periodisch wechselnde Last mit wechselnden Drehzahlen einschließlich Überlast ausgelegt ist, muss die Nennleistung die Nennleistung für nicht periodische Last sein, die sich aus der Lastart S9 ergibt.

Wenn die Maschine für diskontinuierliche konstante Last einschließlich Leerlaufbetrieb oder Überlast ausgelegt ist, muss die Nennleistung die Nennleistung mit diskontinuierlicher konstanter Last aus der Lastart S10 übersteigen.

Sx sind die in den Normen angegebenen Lastarten.

II. LEISTUNG UND BEDIENUNG VON WERKZEUGMASCHINEN

Die Leistung von Werkzeugmaschinen hat immer mehr entscheidenden Einfluss auf die Produktionseffizienz und die Produktqualität. Today´s Kunden suchen Werkzeugmaschinenhersteller, die ihre hohen Leistungsanforderungen erfüllen. Auf dem Weltmarkt wettbewerbsfähig zu sein bedeutet, Werkzeugmaschinen mit hoher Geschwindigkeit und Genauigkeit zu produzieren.

Ebenso werden zuverlässigere und energieeffizientere Maschinen und Komponenten benötigt. Die Betreiber benötigen eine weniger anspruchsvolle Wartung, geringe Umweltbelastung und niedrige Betriebskosten, von denen die Wirtschaftlichkeit abhängt.

II.1. Maschinenleistung

Die Arbeitsleistung Q von automatisierten Produktionslinien ist eine Leistung, die im tatsächlichen Betrieb erreicht wird. Wird als grundlegend angesehen und besteht aus bestimmten technologischen, zyklischen und tatsächlichen Leistungen.

Technologische Leistung - bezieht sich auf eine Reihe von Werkstücken, die mit einer bestimmten Ausrüstung pro Zeiteinheit bearbeitet werden, wobei die Möglichkeiten des technologischen Prozesses voll ausgeschöpft werden.

Zyklusleistung - beschreibt die maximale Leistung bei Erreichen aller geplanten Parameter bei störungsfreiem Betrieb. Die Bestimmung der Zyklusleistung ergibt sich aus der Annahme, dass die automatisierte Linie kontinuierlich ohne Störungen und Ausfallzeiten arbeitet.

Die tatsächliche Leistung - ist durch die Arbeit unter realen Bedingungen gegeben, wenn es notwendig ist, sowohl den Dauerbetrieb als auch den Betrieb mit Ausfallzeiten durch Werkzeugwechsel, Einstellung usw. zu berücksichtigen.

Einzelne Betriebsunterbrechungen von automatisierten Produktionslinien werden als Off-Cycle-Verluste bezeichnet.

Sie können sich auf Werkzeuge (Austausch, Einstellung usw.), auf Maschinen und deren Zubehör (Fehler bei Mechanismen und Steuerungen) beziehen, technisch und organisatorisch, verursacht durch die Ausschussrate, bezogen auf die Änderungen des Produktionsprogramms.

Obwohl alle Maschinen der Produktionslinie die gleichen Verluste aufweisen, kann die Leistung aufgrund der unterschiedlichen Struktur der Linie unterschiedlich sein. Die einzelnen Maschinen haben nicht nur aufgrund ihrer eigenen Verluste, sondern auch aufgrund anderer Maschinen, die ihre Funktionen nicht erfüllen, Ausfallzeiten. Dadurch entstehen zusätzliche Verluste, deren Ausmaß von der Struktur der Produktionslinie abhängt.

Off-Cycle-Verluste bestehen aus:

- Erwartete Eigenverluste - z.B. Beginn des Linienbetriebs vor Erreichen der Arbeitstemperatur, Schichtwechsel, geplante Wartung, Werkzeugwechsel, Überprüfung von Maschinenknoten, etc.
- Zufällige Eigenverluste - Werkzeugausfälle (Klingenbruch), Mechanikausfälle einiger Maschinen in der Linie, Ausschuss usw.

Die Maschinenleistung wird durch die folgenden drei grundlegenden Bereiche des Arbeitszyklus beeinflusst:

Automatisierter Arbeitszyklus, Funktionsablauf auf der Maschine, Spannen und Handhaben von Werkstücken, Manipulation mit Werkzeugen und Messen der Werkstückabmessungen, Position der Werkzeugklinge.

Für den Anwender ist die Gesamtleistung einer modularen Einzweckmaschine wichtig, bestimmt durch:

Erforderliche Anzahl der auf einer bestimmten Maschine produzierten Werkstücke pro Zeitabschnitt, Maschinenverschiebbarkeit.

Hier wird die Gesamtleistung als Zeitaufwand für die Herstellung eines Werkstücks mit der jeweiligen

Maschine berechnet:

$$tpc = (60 * Sp * H * Dd * \tau) / Nr$$

wobei:

tpc - die maximale Gesamtzeit für die Herstellung eines Werkstücks ist.

Sp - Anzahl der Arbeitsschichten pro 1 Tag

H - Anzahl der Arbeitsstunden pro Schicht

Dd - Anzahl der Arbeitstage im Jahr

τ - Nutzungskoeffizient der Maschine (0,7 - 0,85)

Nr - erforderliche Jahresproduktion (Stück).

11.2. Maschinenbedienung

Der Maschinenbetrieb bezieht sich auf die Zeit, in der die Maschine in der Lage ist, ein Produkt herzustellen oder Tätigkeiten auszuführen, für die sie bestimmt ist. Der Einsatz von Maschinen hängt von der regelmäßigen und ordnungsgemäßen Wartung der Maschinen ab. Die Maschinen als solche sind so konzipiert, dass sie unmittelbar nach dem Einschalten einsatzbereit sind, einschließlich der anfänglichen Einstellung der Parameter.

Maschinenwartung

Allgemeine Definition der Instandhaltung: Instandhaltung ist eine Kombination aller technischen, administrativen und betriebswirtschaftlichen Tätigkeiten während des Lebenszyklus des Objekts, die darauf abzielen, es zu erhalten oder in den Zustand zurückzusetzen, in dem es in der Lage ist, die erforderliche Aufgabe oder Funktion zu erfüllen.

Ziel der Instandhaltung ist es, die Produktionsanlagen technisch einwandfrei und betriebsbereit bei optimalen Kosten zu halten.

Die Bereitschaft ist eine Fähigkeit der Maschine, sich unter bestimmten Bedingungen, zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem bestimmten Zeitintervall in dem Zustand zu befinden, in dem sie die erforderliche Funktion erfüllt, vorausgesetzt, dass die erforderlichen externen Ressourcen sichergestellt sind. All dies hängt von der Zuverlässigkeit, der Wartbarkeit und der Sicherstellung der Wartung ab.

Zuverlässigkeit oder störungsfreier Betrieb ist gewährleistet.

Zuverlässigkeit oder störungsfreier Betrieb ist die Fähigkeit der Maschine, die erforderliche Funktion unter bestimmten Bedingungen und in einem bestimmten Zeitintervall zu erfüllen. Instandhaltbarkeit ist die Fähigkeit der Maschine, in dem Zustand zu bleiben oder wiederhergestellt zu werden, in dem sie unter bestimmten Bedingungen die erforderliche Funktion erfüllen kann.

Richtige Grundsätze der Maschinenwartung

Bei der Installation und Übergabe der neuen Maschine hat der Lieferant auch die Informationen und Anweisungen über die regelmäßige Wartung der Maschine sowie die Art und die einzelnen Tätigkeiten und Funktionen der Maschine an das Servicepersonal oder die verantwortliche Person weiterzugeben.

Wie jede andere ausgeführte Tätigkeit muss auch die Wartung von Werkzeugmaschinen den festgelegten Regeln und Grundsätzen entsprechen, zu denen die folgenden gehören:

Regelmäßige und effiziente Wartung, bestehend aus der Erstellung eines Wartungsplans und seiner strikten Einhaltung, der Führung eines Betriebsprotokolls für jede Maschine, in dem jede wartungsbezogene Tätigkeit aufzuzeichnen ist. Es sollte auch jede zufällige oder schwerwiegendere Fehlermeldung aufgezeichnet werden. Die Aufzeichnungen werden dann von den Servicetechnikern verwendet, um die einzelnen Fehler zu identifizieren und zu beheben, das Ersatzteilregister, das als Verschleiß durch den Maschinenbetrieb geführt wird, zu kennzeichnen und die einzelnen Funktionen der Maschine zu spezifizieren, um einen komplexen Überblick über die an den einzelnen Maschinen durchgeführten Serviceeinsätze und die Kosten für die Behebung der Mängel, die sofortige Behebung des festgestellten Fehlers und im Falle einer notwendigen fachlichen Intervention den Servicetechniker zu kontaktieren.

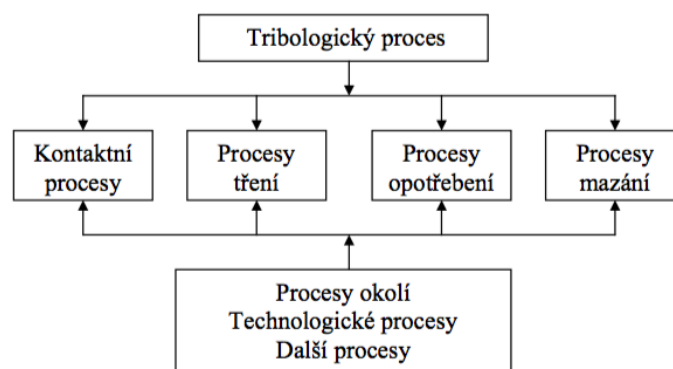
Die Wirksamkeit regelmäßiger Wartungs- und Kontrollmessungen wurde in mehreren Bereichen nachgewiesen: Erhöhung der Lebensdauer der Maschine, langfristige Sicherstellung der Maschinengenauigkeit, Reduzierung der Ausschussquote, Kosteneinsparung, Gewährleistung der Arbeitssicherheit.

Die Unternehmen, die bereits eine regelmäßige und qualitativ hochwertige Maschinenwartung in ihren Produktionsanlagen durchgeführt haben, weisen erhebliche Einsparungen bei den Kosten für Maschinenreparaturen auf, verglichen mit der Situation, in der die Maschinenwartung nicht ausreichend berücksichtigt wurde. Heute können sie nachweisen, dass die Anfangsinvestition tatsächlich Geld spart. Der Mangel an regelmäßiger Wartung führt zu einem geringen Maschinenbetrieb.

I2. TRIBOLOGIE UND TRIBOTECHNIK

12.1. Tribologie

- Die Tribologie ist eine Disziplin, die sich mit Reibungs-, Verschleiß- und Schmierprozessen beschäftigt.
- Gleiten, Rollen, Schlagen und Oszillieren
- Maschinenbau - Konstruktion von Lagern, Kolbenmotoren und anderen Geräten, Maschinen und deren Komponenten
- Kosmetik - Lippenstifte, Spülungen, Puder, Puder
- Medizin - Gelenkersatz

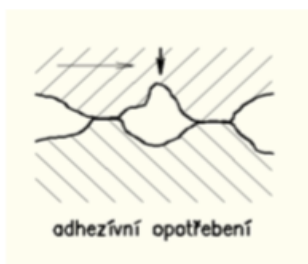


Legende:

tribologický proces - Tribologieprozess, kontaktní Prozess - Kontaktprozesse, Prozess tření - Reibung, Prozess opotřebení - Verschleiß, Prozess mazání - Schmierung, Prozess mazání - Umgebungsprozesse, technologické Prozess - technologische Prozesse, další Prozess - andere Prozesse

Verschleiß

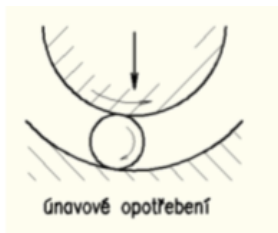
Klebstoffverschleiß - ist gekennzeichnet durch das Trennen und Verdrängen von Metallpartikeln zwischen zwei Kontaktflächen.



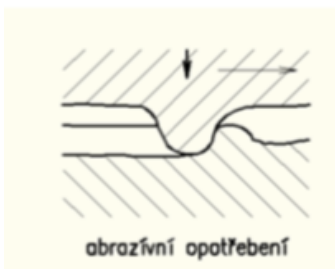
Erosiver Verschleiß - er tritt auf, wenn im strömenden Medium enthaltene Partikel auf die Funktionsfläche fallen.



Ermüdungsverschleiß - entsteht durch allmähliche Zusammenführung von Ausfällen in der Oberflächenschicht des Funktionsbereichs.



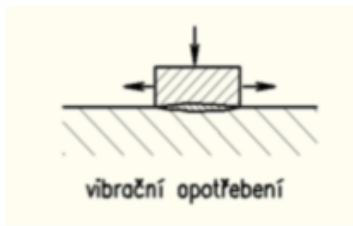
Abrasiver Verschleiß - Abscheidung von Materialpartikeln durch harte und raue Oberfläche



Kavitationsverschleiß - Abscheidung von Materialpartikeln durch die Kavitation des strömenden Mediums



Fretting - Trennung von Materialpartikeln zwischen zwei Kontaktflächen durch gegenseitige oszillierende Bewegung



12.2. Tribotechnik

- Eine der tribologischen Disziplinen, die sich mit der Anwendung von tribologischen Ergebnissen in der Praxis beschäftigt.
- Erheblicher Beitrag zu einem effizienteren Einsatz von Maschinen in der Industrie

Tribotechnics beschäftigt sich mit:

- Schmierstoffe und Schmierstoffprüfungen
- Materialien für Reibpaarungen
- Berechnung, Konstruktion und Optimierung von Reibpaarungen
- Schmierverfahren und Schmiersysteme
- Wissenschaftliche Grundlagen für Reibung und Verschleiß
- Mess- und Regelverfahren für tribotechnische Prozesse
- Spezielle technologische Verfahren zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit
- Organisation der Schmiertechnik im Betrieb

Wirtschaftliche Bedeutung

Mit der richtigen Anwendung lassen sich in einer Reihe von Bereichen erhebliche Einsparungen erzielen:

- Reduzierung des Energieverbrauchs, der für den Betrieb der Maschinen erforderlich ist.
- Erhöhung der Lebensdauer von Maschinen und Geräten
- Reduzierung der Stillstandszeiten durch Ausfälle und notwendige Reparaturen
- Reduzierung der Instandhaltungskosten und der Kosten für Maschinenreparaturen
- Erhöhung der Genauigkeit der Maschinen
- Reduzierung der Investitionskosten
- Reduzierung der Kosten für den Kauf geeigneter Schmierstoffe

Schmierstoffe

Die Hauptfunktion von Schmierstoffen ist:

- Zur Reduzierung der Reibung an der Kontaktstelle von zwei Objekten
- Um die Wärmeabfuhr zu gewährleisten
- Zur Entfernung von Schmutz von der Reibungsfläche
- Zum Schutz der Metalloberfläche vor Korrosion
- Zur Abdichtung von geschmierten Oberflächen

Es gibt verschiedene Schmierstoffe, die auf ihre Art, ihre Eigenschaften und ihre Fähigkeit, die gewünschte Funktion zu erfüllen, abgestimmt sind:

- Flüssige Schmierstoffe (Schmieröl, Schneidflüssigkeiten)
- Kunststoffschmierstoffe (Fette)
- Festschmierstoffe (z.B. Graphit, MoS₂)
- Gasschmierstoffe (z.B. Luft).