



SLOVENSKÁ
SPOLOČNOSŤ
ÚDRŽBY

ÚDRŽBA

MAINTENANCE - INSTANDHALTUNG
VYDÁVA SLOVENSKÁ SPOLOČNOSŤ ÚDRŽBY



ÚDRŽBA 2/2023

OBSAH

Šéfredaktor: doc. Ing. Juraj Grenčík, PhD.

Redakčná rada: Ing. Martin Bukovinský
Ing. Peter Darvaši
Ing. Gabriel Dravecký, PhD.
Ing. Katarína Grandová
Ing. Branislav Kyseľ
prof. Ing. Hana Pačaiová, PhD.
Ing. Jan Vytřísal, MBA
Ing. Michal Žilka

Vydavateľ: Slovenská spoločnosť údržby
Kocel'ova 15
815 94 Bratislava

Výkonnostný audit údržby ako nástroj na zvyšovanie bezpečnosti, efektívnosti a kvality produkcie vo výrobnej organizácii Gabriel Dravecký, Hana Pačaiová	1
Normatívni úprava souosování rotačních strojů na obzoru? Marek Šeremeta	7
Vliv mazání spojovacího materiálu na těsnost přírubového spoje Martin Tesař	12
Požiadavky na zaistenie bezpečnosti pri napájaní odbočky z potrubia alebo nádrže za prevádzky Jan Vytřísal	22
Bezpečnosť technických zariadení a overovanie legislatívnych požiadaviek vo výrobnom podniku Rastislav Šindolár, Martin Bukovinský, Peter Vrchovský	27
Inžinierstvo údržby tak, ako ho charakterizuje nová európska norma Juraj Grenčík	34

Elektronický časopis

Ročník vydania: XXIII

Periodicita nepravidelná

ISSN 2729-8396

VÝKONNOSTNÝ AUDIT ÚDRŽBY AKO NÁSTROJ NA ZVYŠOVANIE BEZPEČNOSTI, EFEKTÍVNOSTI A KVALITY PRODUKCIE VO VÝROBNEJ ORGANIZÁCIÍ

Gabriel DRAVECKÝ, Hana PAČAIOVÁ

Anotácia

4. priemyselná revolúcia priniesla integráciu veľkého objemu údajov do rozhodovacích a riadiacích činností organizácii, ich cieľovo orientované spracovanie a diaľkové transferovanie. Jedenásť základných pilierov (autonómne roboty, AI, simulácia a rozšírená realita, IoT, Cloudy, Big Data, dodávateľské reťazce, kyberbezpečnosť a pod.) predstavuje základné prostriedky digitálnej transformácie priemyselných podnikov. Okrem vízie veľkých príležitostí rozšírenia výrobných kapacít, rýchlej a efektívnej komunikácie so zákazníkom a ďalšími zainteresovanými stranami sa objavuje aj nevyhnutnosť zmeny v riadení údržby. Avšak historicky práve údržba bola predmetom záujmu manažmentu len v dvoch základných oblastiach, a to v oblasti hodnotenia nákladov a pri havárii (súvisiace najmä so stratou zákazníka alebo pokutou).

Prediktívna údržba vyžaduje komplex riešení, ktoré zvyčajne nie sú lacné. Predstava autonómnych strojov je síce reálna ale nie plošne realizovateľná. Ale práve I4.0 zmenila pohľad na pripravenosť manažmentu údržby na nové požiadavky.

Produkt SSU, ozn. ako Výkonnostný audit údržby (VAU) je koncepčne štruktúrovaný tak, aby umožnil systematicky preveriť súčasný spôsob manažérstva údržby v rôznych oblastiach priemyslu, overiť jej pripravenosť na požiadavky zákazníkov (napr. udržateľnosť, bezpečnosť a pod.), hodnotiť efektívnosť a výkonnosť procesov údržby. Základným princípom je prostredníctvom 256 otázok sústredených v 12 hodnotiacich oblastiach získať čo najpresnejší pohľad o úrovni manažérstva údržby a jeho zlepšovaní.

Úvod

Audit je nástroj, ktorý pomáha organizáciám preskúmať, či daná oblasť záujmu spĺňa kritéria požiadaviek zákazníka, popr. iných zainteresovaných strán.

Podľa [1] audit je „systematický, nezávislý a zdokumentovaný proces na získavanie objektívnych dôkazov a ich objektívne hodnotenie s cieľom určiť, do akej miery sú splnené kritériá auditu“.

Princípom auditovania je, prostredníctvom jeho realizácie, určiť zhodu s predmetom záujmu (napr. systém manažérstva, produkt, proces a pod.). Súčasné podnikanie v globálnom prostredí vyžaduje zosúladenie pravidiel, resp. kritérií, ktoré sú dôležité pre zákazníka. Hlavne automobilový priemysel, zjednotil pravidlá pre svojich dodávateľov, aby prevádzka a jej procesy boli nastavené, tak aby sa neprenášali nehody (produktov a služieb) na finálny produkt (automobil).

Audity je možné realizovať interne, kde sa preverujú systémy, procesy alebo činnosti (popr. časť produktu), t. j. obecné, kontroluje sa sledovaný objekt. Interný audit vykonávajú vlastní – nezávislí zamestnanci (tzv. prvá strana), t. j. tí ktorí nie sú zodpovední za tento objekt. Jeho výsledky sa prezentujú na vedení a ich cieľom je identifikovať problémy skôr ako sa prejavia na vzťahoch so zákazníkom, popr. inou zainteresovanou stranou.

Externý audit je vykonávaný zvyčajne zákazníkom tzv. druhou stranou. V automobilovom priemysle sa tento typ auditu chápe ako najnáročnejší.

Externý audit, ktorý zvyčajne vykonáva certifikačná audítorská spoločnosť, oprávnená pre túto činnosť je označená ako audit treťou stranou. Takýto typ auditu je súčasťou biznis plánu, zvyčajne sa realizuje ako výsledok strategického rozhodnutia manažmentu implementovať taký systém manažérstva (alebo vyrábať taký produkt), ktorého potenciálny zákazník kladie dôraz na vysokú úroveň, t. j. plnenie štandardizovaných kritérií, alebo predstavuje pre manažment novú príležitosť pre rozvoj.

V praxi je známa forma aj tzv. samohodnotenia, ktorej cieľom je hľadať nové príležitosti. Môže sa chápať ako interný audit slúžiaci na porovnávanie zhody s vlastnými kritériami (napr. šetrenie energie, znižovanie odpadov, dodržiavanie poriadku) alebo môže slúžiť ako pridaná hodnota pre porovnávanie s kritériami stanovenými v rámci uznaných pravidiel ako excelentné (napr. organizáciou EFQM, angl. European Foundation for Quality Management) [2].

Údržba v systémoch manažérstva

Interné a externé audity v súčasnosti sú v organizáciách už štandardne zamerané na manažérske systémy (ďalej len MS). Pokiaľ tieto MS sú popísané normami (najmä certifikačnými normami), potom je možné ich aplikovať ako štandardy v organizáciách za účelom zjednotenia postupov (procesov) ale aj porovnania dosiahnutej úrovne manažérstva. Teda MS predstavujú najmä procesné normy, ktoré stanovujú kritériá pre spôsob výroby produktov (napr. ISO 9001, ISO 14001), avšak na ich podporu existujú aj výkonnostné normy (napr. ISO 9004), ktoré stanovujú overiteľné požiadavky [3].

Manažérstvo údržby je chápané ako podporný proces v rámci plnenia cieľov manažérskych systémov. Je jedno či sa zameriavame na kvalitu (ISO 9001), environment (ISO 14001), bezpečnosť a ochranu zdravia (ISO 45001), energie (ISO 55001) alebo správu majetku (ISO 55001).

Spoločným znakom týchto ISO štandardov pre manažérske systémy štandardizujúce určitú oblasť záujmu je, že údržbu vnímajú ako zovšeobecnenú podporu pre efektívne a účinné manažérstvo „core“ procesov.

Čo však je základným nedostatkom týchto štandardizovaných noriem, je nedostatočné vnímanie dôležitosti manažérstva údržby ako podpory v dlhodobej stratégii dosahovania stanovených cieľov.

Napr. v ISO 9001 požiadavky na údržbu sú vnímané len ako údržba vlastného systému manažérstva alebo ako služba, t. j. údržba produktu po jeho dodaní. ISO 45001 do identifikácie nebezpečenstiev vyžaduje zahrnúť aj činnosti údržby a ešte údržbu spomína v súvislosti s požiadavkou na monitorovanie a meranie (údržba a kalibrácia prístrojov).

ISO 14001, už pojem údržba vníma ako dôležitý aspekt (príloha A, kap. A.4.6): „Organizácia by mala vyhodnotiť tie svoje činnosti, ktoré súvisia s jej identifikovanými významnými environmentálnymi

aspektmi, a zabezpečiť, aby sa vykonávali spôsobom, ktorý bude kontrolovať alebo znižovať nepriaznivé vplyvy s nimi spojené, aby splnila požiadavky svojej environmentálnej politiky a ciele. To by malo zahŕňať všetky činnosti jej prevádzky vrátane činností údržby.“, [4].

Zdalo by sa, že tento nedostatok, najmä v automobilovom priemysle vyriešila norma IATF 16949, ktorá v kapitole 8.5.1.5 popisuje požiadavky na systém údržby TPM (Celkovú produktívnu údržbu – angl. Total Productive Maintenance). Avšak takým spôsobom, že popis v kapitole je len ťažko možné spojiť s rámcom všeobecne známym pre koncepciu TPM (domček a piliere TPM [5]).

Samozrejme v manažerstve hmotného majetku (norma ISO 55001 – Asset Management System) sa venuje pozornosť údržbe ako súčasť starostlivosti o majetok, avšak požiadavky na údržbu definuje ako súčasť požiadaviek zdokumentovanej informácie o spoľahlivosti majetku (príloha A).

Audit Manažerstva údržby

Manažerstvo údržby (ďalej len MU), aj keď je definované v terminológii údržby EN 13306, nemá jednotne stanovený a popísaný systémový rámec.

Väčšina štandardizovaných manažérskych systémov od roku 2012 (ISO) je štrukturálne doplnená o jeden významný aspekt, a to je manažerstvo rizík (tzv. Risk-based Thinking, RBT). Práve rozhodovanie na báze rizík, otvorilo cestu k vnímaniu postavenia údržby ako významného partnera pri znižovaní rizík [6].

Tento trend sa prejavuje v snahe posúdiť, či MU je tým dôležitým a pripraveným partnerom na znižovanie alebo predchádzanie rizikám, najmä z možným dopadom na biznis ciele. To však vyžaduje preveriť, či manažment údržby prijíma a rozvíja strategické ciele, či vníma kritické procesy a zariadenia, a ako následne „rieši“ plánovanie a rozvrhovanie činností údržby.

Slovenská spoločnosť údržby (SSU) viac ako 10 rokov ponúka Audit manažerstva údržby, ktorý preveruje nielen ako je údržba manažovaná ale aj ako je sledovaná jej výkonnosť na podporu cieľov organizácie. Tento produkt, ozn, ako VAU – Výkonnostný audit údržby, predstavuje rámec samohodnotenia (vytvorený v súlade s princípom EFQM), ktorý na základe 11 preverovaných oblastí a dosiahnutých výsledkov metodicky stanovuje celkovú výkonnosť manažerstva údržby v posudzovanej organizácii (pozri www.udrzba.sk).

Preverované oblasti sú nasledovné:

- Vodcovstvo v údržbe (10 otázok)
- Politika a stratégie (13 otázok)
- Ľudské zdroje – školenia a motivácia (24 otázok)
- Rozpočet (18 otázok)
- Náhradné diely a služby (17 otázok)
- Plánovanie a rozvrhovanie (51 otázok)
- Korektívne činnosti (9 otázok)
- Hodnotenie efektívnosti, meranie a zlepšovanie (30 otázok)
- Bezpečnosť a environment (58 otázok)
- Podpora CMMS (10 otázok)
- Pohotovosť (10 otázok).



Preverenie týchto oblastí nesleduje len samotný prístup manažmentu údržby k činnostiam údržby ale aj jeho vzťah k zákazníkom, napr. výroba, kvalita, bezpečnosť, spotreba energie a environment.

Hodnotenie VAU má svoju metodiku (obr. 1), kde je možné porovnávať nielen súčasný stav manažérstva údržby ale aj zlepšovanie výkonnosti.

Pozícia – úroveň v EMM

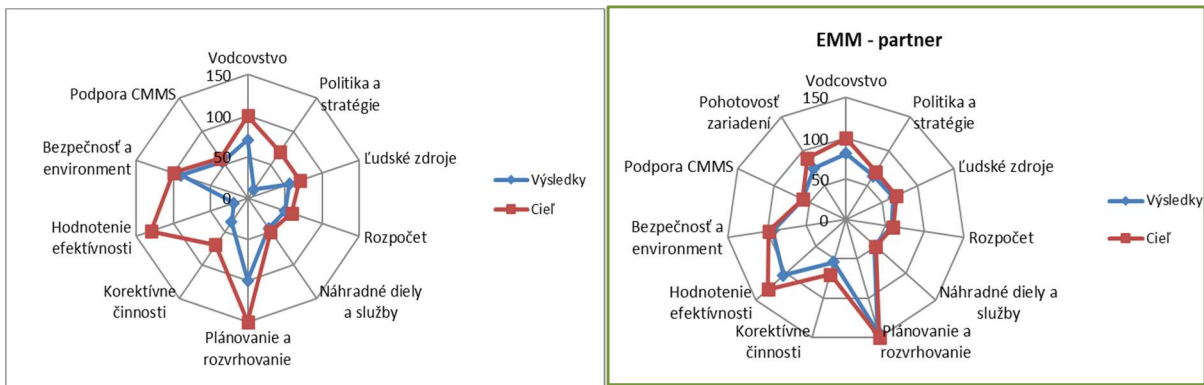
Kritériá EMM - Excellent Maintenance Management						
Výsledky Predpoklady	0 - 100	101 – 180	181 - 280	281 - 360	361 - 440	441 - 500
0 - 100	I	I	II	II	III	III
101 - 180	I	II	II	III	III	III
181 - 280	II	II	III	III	IV	IV
281 - 360	II	III	III	IV	IV	V
361 - 440	III	III	IV	IV	V	VI
441 - 500	III	IV	IV	V	VI	VI

Body	Predpoklady (500)	Body	Výsledky (500)
487	Prístup je plánovaný, uplatňovaný a preskúmaný na základe údajov benchmarkingu a plne rozšírený v celej organizácii.	467	Dosahujú sa výnimočné a trvalo udržateľné výsledky. Porovnávaná s relevantnými organizáciami vo všetkých kľúčových oblastiach ukazujú pozitívne výsledky.

Obr. 1 Metodika hodnotenia VAU

Proces posudzovania sa odporúča po každých troch rokoch, obdobne ako v iných oblastiach auditovania manažérskych systémov. Posudzovaná organizácia má takto možnosť sledovať ako sa výkonnosť MU mení – vyvíja a zlepšuje v súlade s cieľmi pri dosahovaní Excelentnosti manažérstva údržby (EMM).

Vzhľadom na skutočnosť, že MÚ tak ako manažérstvo kvality musí mať svoj základný rámec [7], t. j. procesné riadenie (napr. procesy preventívnych činností, korektívnych činností), zlepšovanie (na báze PDCA cyklu) a hodnotenie (meraním a hodnotením KPI – kľúčové ukazovatele výkonnosti), je možné sledovať nielen zlepšovanie manažérstva údržby vo vzťahu k požiadavkám zákazníkov, ale priebežne alebo každé 3 roky aj jeho výkonnosť (obr. 2).



Obr. 2 Prvotné posúdenie VAU a posúdenie po zlepšení výkonnosti po 3 rokoch

Partnermi Excelentnej údržby (PEMM – partner EMM) sa do dnešnej doby stali najmä organizácie z automobilového priemyslu, potravinárskeho priemyslu a jedna organizácia z baníckeho priemyslu.

Dosiahnuté výsledky a ich hodnotenie je súčasťou správy z auditu VAU, a tieto výsledky slúžia len na interné účely organizácie. Audit prebieha v závislosti od rozsahu prevádzok minimálne 2 dni. Po doručení správy, zvyčajne max. do 10 dní, sa prezentujú, v dohodnutom termíne zistenia a prediskutujú možné odporúčania na zlepšenie MU.

V prípade súhlasu, preverená organizácia sa zapíše do databázy SSU ako partner na ceste k excelentnej údržbe (ozn. PEMM).

SSU v rámci posúdenia stavu MU ponúka aj tzv. „Vedomostný audit“ (obr. 3), ktorý obsahuje súbor otázok zostavený ako výsledok spoločného projektu s EFNMS (Európska federácia národných spoločností údržby) s cieľom preveriť stav vedomostí v oblasti údržby. Tento spôsob preverenia je príležitosťou nastaviť vzdelávanie organizácii tak, aby bola zosúladená politika a ciele organizácie s politikou a cieľmi manažérstva údržby. Základom pre súbor otázok vedomostného auditu je európska norma EN 15628 (Údržba. Kvalifikácia pracovníkov údržby), ktorá je súčasne rámcom pre vzdelávanie Manažéra a majstra/technika údržby, ktoré ponúka na svojich stránkach aj SSU.

- Automatizácia
- Environment
- IT
- Konceptia zlepšovania
- Kvalita
- Materiálová technológia
- Metodológia
- Plánovanie
- Náhradné diely
- Spôsob obnovy
- Stratégie
- Techniky identifikácie závad
- Terminológia
- Tímová práca
- Tréning
- Údržba podľa stavu
- Zmluvy

Oblasti vedomostného auditu				
Otázka č.	Question (English)	Alternatives (English)	Otázka (Slovenčina)	Možnosti (Slovenčina)
852	What is the most commonly used vibration transducer?	Tachometers Accelerometers Velocity sensors Displacement probes	Aký je najčastejšie používané vibračné čidlo ?	Tachometre Akcelerometre Rýchlostné senzory Sondy posuvu
1790	What is the meaning of quality deficient cost?	Total losses of incomplete products and processes Total losses of rejected products Is the company's annual investments Same as the maintenance cost	Čo sa myslí nákladmi vyplývajúcimi z nedostatočnej kvality ?	Celkové straty vyplývajúce z chybných výrobkov a postupov Celkové straty vrátených výrobkov Ročné investície spoločnosti Je to isté ako náklady na údržbu

Obr. 3 Rámec a príklad súboru otázok „Vedomostného auditu“ údržby

Záver

V článku [8] sa píše: „Na udržanie konkurencieschopného miesta na trhu je dôležité, aby pokročilá výrobná spoločnosť mala spoľahlivý systém manažérstva údržby, ktorý dokáže kontrolovať svoje náklady na údržbu na najnižšej úrovni a udržiavať celkovú efektivitu zariadenia na najvyššej úrovni“. V príspevku [9] „Nárast konkurencie, zavádzanie pokrokových výrobných techník a nových systémov riadenia výroby urobili z údržby oblasť s rastúcim významom v organizáciách. Na dosiahnutie efektívneho riadenia údržby je potrebné mať technické, ekonomické a historické informácie o zariadeniach a zariadeniach, ktoré spoločnosti na tento účel využívajú počítačové systémy riadenia údržby (CMMS)“.

Autori v článku [10] v úvode konštatujú: „Manažérstvo údržby je kľúčovým pilierom v spoločnostiach, najmä v energetických podnikoch, ktoré majú vysoké investície do aktív, a preto pre svoj správny prínos musí byť integrovaný a zosúladený s ostatnými oddeleniami, aby sa zachovala hodnota aktív a garantovali sa služby“.

Použitá literatúra:

- [1] ISO 9000: Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník (2015).
- [2] EFQM. Dostupná na internete: <https://efqm.org/>.
- [3] GLOSSARY OF BASIC CONCEPTS ASSOCIATED WITH CERTIFICATION PROGRAMMES. Dostupné na internet: <https://www.fao.org/3/y5136e/y5136e07.htm>.
- [4] ISO 14001. Systémy manažérstva environmentu. Požiadavky s pokynmi na použitie (2015).
- [5] Singh, S.; Agrawal, A.; Sharma, D.; Saini, V.; Kumar, A.; Praveenkumar, S. Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry. *Inventions* 2022, 7, 119. <https://doi.org/10.3390/inventions7040119>
- [6] Pačaiová, H., a kol., Posudzovanie a riadenie rizík strojových zariadení, Strojnícka fakulta TU v Košiciach 2020, ISBN 978-80-553-3698-5.
- [7] Turisová, R.; Pačaiová, H.; Kotianová, Z.; Nagyová, A.; Hovanec, M.; Korba, P. Evaluation of eMaintenance Application Based on the New Version of the EFQM Model. *Sustainability* 2021, 13, 3682. <https://doi.org/10.3390/su13073682>.
- [8] Tu, P., Yam, R., Tse, P. et al. An Integrated Maintenance Management System for an Advanced Manufacturing Company. *Int J Adv Manuf Technol* 17, 692–703 (2001). <https://doi.org/10.1007/s001700170135>.
- [9] Carnero, C., M: Auditing model for the introduction of computerised maintenance management system. *International Journal of Data Science*, Vol. 1, No. 1, <https://doi.org/10.1504/IJDS.2015.069049>.
- [10] Crespo Marquez, A.; Gomez Fernandez, J.F.; Martínez-Galán Fernández, P.; Guillen Lopez, A. Maintenance Management through Intelligent Asset Management Platforms (IAMP). *Emerging Factors, Key Impact Areas and Data Models. Energies* 2020, 13, 3762. <https://doi.org/10.3390/en13153762>.

Autori:

Ing. Gabriel Dravecký, PhD.
Slovenská spoločnosť údržby
predseda predstavenstva
Kocel'ova 15 815 94 Bratislava
Tel.: +421905432078
E-mail: dravecky@ssu.sk

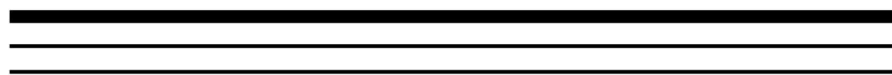
prof. Ing. Hana Pačaiová, PhD.
vedúca katedry KBaKP
Technická univerzita v Košiciach, SjF, KBaKP
Letná 9, 04200 Košice
Tel.: +421903719474
E-mail: hana.pacaiova@tuke.sk

NORMATIVNÍ ÚPRAVA SOUSOVÁNÍ ROTAČNÍCH STROJŮ NA OBZORU?

Marek ŠEREMETA

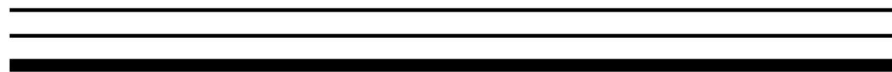
Anotace

Text je věnován technické normě ANSI/ASA S2.75-2017-Part 1, která je platná v USA a určitým způsobem upravuje pravidla a postupy v oblasti souosování rotačních strojů. Cílem článku je upozornit na některé zajímavé, podstatné a osvědčené postupy, nikoliv – vzhledem k jejímu rozsahu - detailně informovat o celém obsahu normy.



AMERICAN NATIONAL STANDARD

Shaft Alignment Methodology, Part 1: General Principles, Methods, Practices, and Tolerances



Na rozdíl od vibrodiagnostiky, vyvažování, termodiagnostiky nebo tribodiagnostiky je zatím oblast ustavování/souososti rotačních strojů mimo pozornost normotvůrců. Literatura na toto téma existuje, výukové materiály také, stejně tak obecné doporučené tolerance pro ustavení rotačních strojů z dílny výrobců laserových přístrojů. Dokonce i některé výrobní firmy mají své vnitropodnikové předpisy věnované problematice ustavování. Avšak obecná evropská/česká/slovenská technická norma věnovaná ustavování rotačních strojů zatím vytvořena nebyla.

Nicméně před několika lety byla v USA přijata norma ANSI/ASA S2.75-2017-Part 1, která se obecně věnuje právě problematice souosování a může nám v Evropě sloužit jako zdroj inspirace pro řešení běžných problémů při souosování, jako možnost porovnání našich a zámořských osvědčených postupů, případně jako potvrzení toho, že pracovníci údržby řeší tady i tam v oblasti souososti rotačních strojů podobné věci.

Poznámka:

Informace uvedené dále v tomto článku jsou čistě informativní, nekladou si nárok na úplnost a přesnost a jejich výběr je – vzhledem k rozsahu normy – subjektivním rozhodnutím autora. Níže uvedené postupy a doporučení nelze automaticky aplikovat na všechny případy souosování, vždy se musí postupovat s přihlédnutím ke konkrétním okolnostem (bezpečnostním, technickým, časovým, finančním a dalším) a podle nejlepších dostupných technik.

Základní informace o normě ANSI/ASA S2.75-2017-Part 1:

- vydána Acoustics Society of America (Committee S2 – Mechanical vibration and shock) prostřednictvím American Institute of Physics po schválení American National Standards Institute
- z roku 2017
- nezávazná (i v USA)
- nemá ekvivalent v ISO normách (alespoň zatím – viz dále)
- není k dispozici v českém jazyce
- norma bere v úvahu ustavování nejen pomocí laserových systémů (nejrozšířenější), ale také jinými metodami (číselníkové indikátory, průměrná pravítka atd.)

Technická působnost normy:

- norma se vztahuje na souosování dvou horizontálních strojů s celkem 4 ložisky a dvěma rotujícími hřídeli
- norma se nevztahuje na vertikální stroje, soustrojí 3 a více strojů, velké a hmotné stroje s významným průhybem hřídele, stroje s kardanem, stroje se třemi ložisky (diesel gensety), na stroje s tuhou spojkou a na ustavování otvorů
- principy této normy mohou být (ve smyslu „dobrovolně“ a „možná“) použity i na výše uvedené konfigurace

Obecná doporučení:

- tam, kde to dává smysl, by mělo být měřeno:
 - a) rovinnost a vodorovnost základu/frémy
 - b) házivost hřídele a spojky
 - c) pnutí potrubí a kabelů
 - d) volná patka
 - e) rozdíl vzájemné polohy os rotace hřídelů strojů v klidu a za provozních podmínek (offline to running machinery movement - OLTR)
 - f) souosost os rotací hřídelů strojů
- doporučuje se ustavovat všechny rotační stroje
- stroje nově instalované stroje s výkonem přes 3,75 kW musí být odpovídajícím způsobem ustaveny
- po každém povolení kotevních šroubů by mělo být ustavení přeměřeno před spuštěním stroje
- při nadměrném opotřebení nebo vibracích stroje by nesouosost měla být zvažována jako příčina nebo jedna z příčin
- opotřebení nebo závady na stroji by měly být opraveny před jeho ustavováním
- vibrace přenášené na ustavovaný stroj mohou mít negativní vliv na měření

Doporučení týkající se přímo měření:

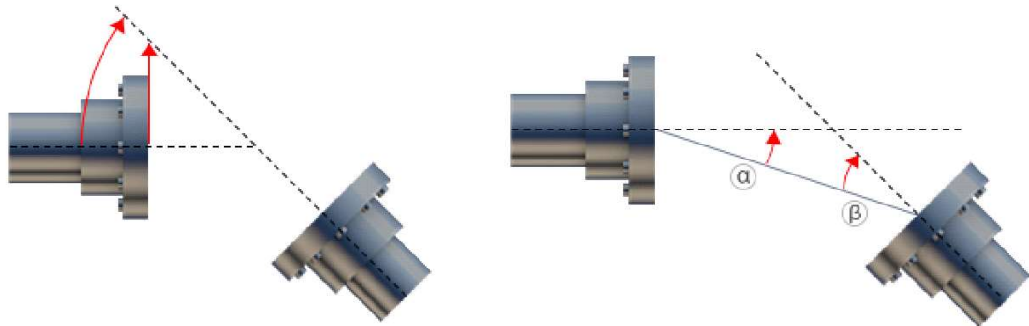
- ideálně by se mělo měřit s oběma hřídeli otočnými a rozpojenou spojkou. Jako druhé v pořadí preferencí jsou dva otočné hřídele se spojenou spojkou. Jako třetí v pořadí je jen jeden otočný hřídel. Jako nejméně žádoucí jsou oba hřídele neotočné
- měření by mělo být opakovatelné. Opakovatelnost by měla být kontrolována u výchozího a koncového měření
- u výchozího měření při větší nesouososti je žádoucí odchylka méně než 10 %. Následující měření by měla mít opakovatelnost okolo 0,03 mm
- během koncového měření by opakovatelnost měla být lepší než 0,03 mm
- stroj a měřicí systém může během prvního měření vykazovat určitou hysterezi. Proto se doporučuje nebrat první měření v úvahu
- spojení hřídelů při velké nesouososti může způsobit jinou než správnou pozici hřídele v (kluzném) ložisku nebo ohnutí hřídele (u valivých ložisek) nebo nežádoucí axiální pohyb hřídele(ů)

Doporučení týkající se pohybu se strojem při nastavování požadované souososti:

- velikost plochy použitých podložek by neměla být menší než 80 % plochy patky, pod kterou mají být umístěny
- pod patku by se nemělo vkládat více než 5 podložek (bez započtení podložek pro korekci volné patky). Ne více než jedna z těchto podložek by měla být tenčí než 0,08 mm. Součet tloušťky tří nejtenčích podložek by měl být minimálně 0,25 mm
- test na volnou patku by měl být proveden na začátku a také na konci ustavování. Tolerance pro volnou patku je 50 μm (tedy 0,05 mm)
- doporučená praxe při utahování kotevních šroubů je sledovat, zda-li má utahování vliv na polohu hřídele
- pokud ano, tak se má utahovat vždy ve stejném pořadí, stejnou osobou, křížem, se stejnou silou
- tam kde je specifikován určitý moment, tak se má utahovat na tento moment
- omezení pohybu stroje na kotevních šroubech nebo na základu – preferovaným řešením je pohyb obou strojů
- pouze pokud pohybem žádným strojem nelze vyřešit, tak by se mělo přistoupit na zvětšení děr, podtočení šroubů, úpravy frémy apod.
- provádění a měření pohybu strojem – zvedací anebo odtlačné šrouby jsou možné. Pro měření pohybu lze použít číselníkové indikátory nebo laserový systém
- odtlačné šrouby by měly být po utažení kotevních šroubů povoleny
- axiální mezera na spojce – musí být nastavena podle pokynů výrobce spojky a výrobce stroje podle toho, co je více limitující
- správná velikost axiální mezery má být ověřena na konci ustavování

Tolerance pro ustavení:

- tolerance pro ustavení – jsou zpracovány pro krátkou pružnou spojku ve formátu radiál/úhel a pro vloženou hřídel ve formátu úhel A/B



- tolerance jsou definovány ve třech stupních kvality (minimální, standardní, přesné)
- při posuzování ustavení podle tolerancí musí být vzat v úvahu případný vzájemný pohyb strojů za klidu vs za provozu (OLTR hodnoty)

Dokumentace ustavení:

- dokumentace – konečný stav by měl být dokumentován ve formě trvalého záznamu (protokolu), který by měl obsahovat (tam, kde je to přiměřené a účelné) následující údaje:
 - a) identifikaci stroje a místa
 - b) datum
 - c) přístroj a metodu použitou při ustavování
 - d) osobu, která ustavení provedla
 - e) požadované tolerance
 - f) OLTR data
 - g) rovinnost a vodorovnost základu / frémy
 - h) házivost hřídele anebo spojky
 - i) pnutí potrubí / kabelu / stroje
 - j) výsledky měření volné patky
 - k) výchozí (ne)ustavení
 - l) konečné ustavení
 - m) konečnou axiální mezeru
 - n) údaje z vizuální prohlídky stroje
 - o) prohlášení o souladu s touto normou

Vybavení používané pro souosování:

- u číselníkových úchylkoměrů, spároměrek a průměrných pravítek nemusí být pravidelně kontrolována jejich přesnost. Úchylkoměry by nicméně měly pracovat volně
- mikrometry a odpichy vyžadují pravidelnou kontrolu
- lasery, elektronické a optické systémy musí být periodicky ověřovány vůči referenčnímu standardu podle doporučení výrobce

Doplňující informace:

- normu ANSI/ASA S2.75-2017-Part 1 lze zakoupit přes internet
- aktuální cena činí 150,00 USD
- norma nesmí být reprodukována bez předchozího písemného souhlasu vydavatele
- norma ANSI/ASA S2.75-2017-Part 1 byla revidována v roce 2020
- existují také Část 2 (Part 2) této normy – Terminologie ustavování (anglická) z roku 2017 (revize 2020) a Část 3 (Part 3) – Ustavování vertikálních strojů z roku 2021 (publikováno 2022).

Závěr

Jak bylo řečeno v úvodu tohoto článku, tak norma ANSI/ASA S2.75-2017-Part 1 je nezávazná i v zemi svého původu a tedy pro nás v Evropě může sloužit jen jako čistě informativní zdroj, nicméně podle kuloárně dostupných a neověřených informací se zvažuje její transpozice v určitém rozsahu do oblasti ISO norem. Předpokládaný časový horizont je v řádu několika let.

Seznam literatury:

Norma ANSI/ASA S2.75-2017-Part 1 (2017), originální znění v anglickém jazyce

Materiály LAMI KAPPA

Autor:

Mgr. Marek Šeremeta
LAMI KAPPA, spol. s r.o.

VLIV MAZÁNÍ SPOJOVACÍHO MATERIÁLU NA TĚSNOST PŘÍRUBOVÉHO SPOJE

Martin TESAŘ

Anotace

Těsnost přírubového spoje ovlivňuje mnoho faktorů. Jedním z podstatných vlivů na výslednou těsnost přírubového spoje má typ mazacího přípravku a způsob mazání použitého spojovacího materiálu. Aby přírubový spoj bezpečně těsnil, je třeba ve výpočtech, pokud možno zohlednit všechny vlivy a také všechny zúčastněné komponenty spoje. Tedy přírubu, spojovací materiál a těsnění.

Skutečnosti uvedené v tomto článku vycházejí z našich rozsáhlých měření, testování a ověřování si reálných vlastností maziv, jejich vlivu na přenos síly ve šroubu při utahování a tím i na výslednou těsnost přírubových spojů.

Klíčová slova: třída těsnosti, utahovací moment, měrný tlak na těsnění, mazání, součinitel tření, vypalovaný kluzný lak

Třída těsnosti – průkaz těsnosti – měrný tlak na těsnění

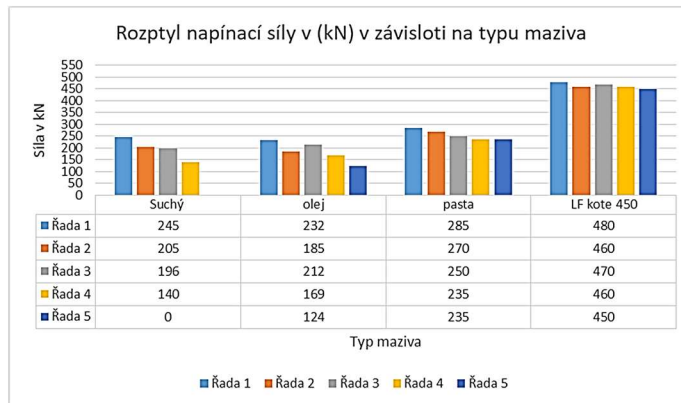
Výsledný utahovací moment je výsledkem složitého algoritmu, který zohledňuje všechny požadované provozní a technické parametry zařízení.

Nedílnou součástí výpočtu jsou parametry materiálu přírub, spojovacího materiálu a charakteristické hodnoty navrženého materiálu těsnění. Jde o výpočet podle EN 1591-1 s průkazem těsnosti.

Aby těsnění správně a bezpečně těsnilo v celém průběhu provozních parametrů podle požadované třídy těsnosti, musí být po celém svém obvodu rovnoměrně stlačeno vypočítaným měrným tlakem. Měrný tlak nesmí poklesnout pod minimální hodnotu Q_{\min} - kdyby těsnění bylo odlehčeno natolik, že nebude již bezpečně těsnit. Stejně tak nesmí překročit Q_{\max} - aby se nerozdrtilo.

Utahovací moment – tření – síla ve šroubu – měrný tlak

Měrný tlak na těsnění je vyvozen stlačením přírub k sobě. **Stlačení přírub je dosaženo předpětím – silou ve šroubech, která je vyvozena utažením spojovacího materiálu na předepsaný utahovací moment.** Závislost mezi utahovacím momentem a jím vyvozenou silou (předpětím) ve spojovacím materiálu je ovlivněno třením. Dalším důležitým úkolem maziva je dosažení **co nejmenšího rozptylu upínací síly v jednotlivých šroubech**, které zajistí rovnoměrné stlačení těsnění.

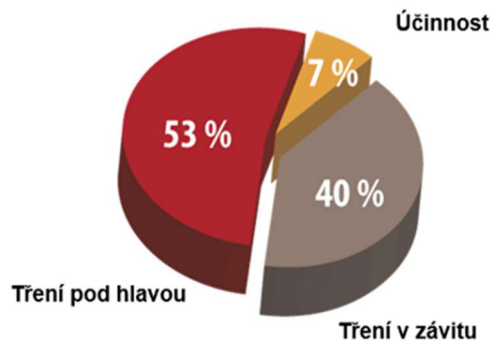


Obr.1 Rozptyl upínací síly podle typu maziva

Součinitel tření a typ maziva je nedílnou součástí výpočtu utahovacích momentů. **Každý, kdo utahuje přírubové spoje na předepsaný utahovací moment pak musí použít mazivo s odpovídajícím součinitelem tření použitým ve výpočtech.**

Mazat/nemazat - závit šroubu - matice - podložka

V případě, že není použito žádné mazivo, nebo jen olej, se při utahování přenese pouze 7-10 % (viz obr. 2 „účinnost“) požadované síly z vypočteného utahovacího momentu. Více jak 90 % energie z utahovacího momentu se změní v teplo vlivem obrovského tření.



Obr. 2 Spoje bez maziva - poměr ztrát tření

Velmi důležité je ošetřit mazivem, jak vlastní závit spojovacího materiálu, tak i podložky a čela matic.



Obr. 3 Mazání závitu



mazání čela matic a podložek

Z rozsáhlých měření a praxe vyplývá, že největší zatížení přenáší první 3-4 závity šroubu.



Obr. 4 Přenos zatížení přes první 3-4 závity

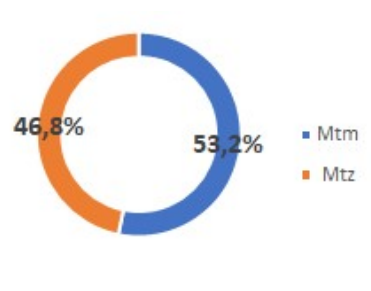
Tato síla pak způsobuje extrémní namáhání maziva na tlak. Vlivem vzájemného tření mezi závity šroubu a matice dojde k vytlačování maziva. Stejný jev se děje i mezi podložkou a čelem matice.

Nedílnou součástí každého spoje musí být podložky (ne vějířové) a s tím souvisí i důležitost mazání podložek a čela matic.



Obr. 5 Spoj bez podložky s podložkou

Význam použití podložek vyplývá z poměru ztrát tření v závitu a pod hlavou šroubu.

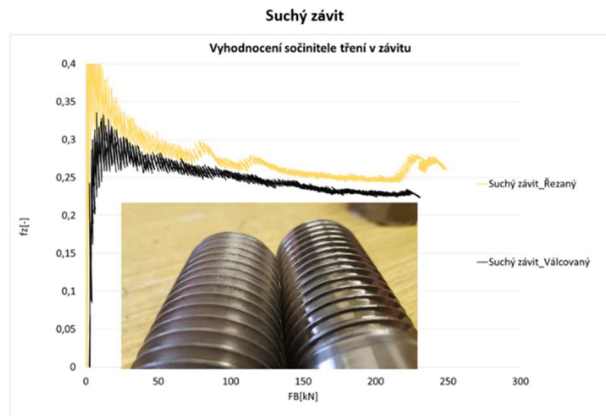


Obr. 6 Podíl momentu tření pod maticí (hlavou) M_{tm} a v závitu M_{tz} na celkovém utahovacím momentu při použití maziva LF kote 450.

Pozn.: Vějířové podložky jsou z pohledu přenosu sil při utahování naprosto nevhodné. Vlivem plastické deformace podložky mnohonásobně zvyšují tření a nekontrolovaně zhoršují přenos sil.

Řezaný a válcovaný závit z pohledu tření

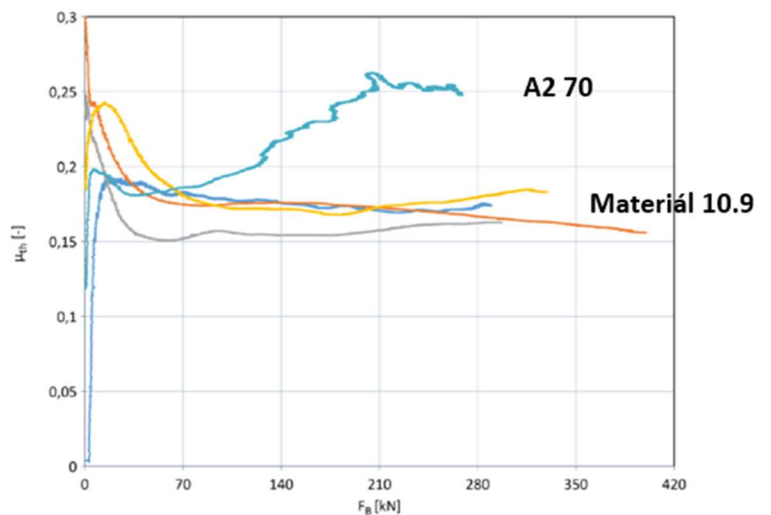
Technologie výroby závitu má také svůj vliv na tření a přenos síly do šroubu. Válcovaný závit je hladší a vlivem výroby i zpevněný. Díky tomu vykazuje sám o sobě o něco lepší tření než řezaný závit. I řezaný závit v kombinaci s vysoko teplotními pastami vykazuje horší přenos síly ve šroubu.



Obr.7 Průběh tření suchého závitu –řezaný/ válcovaný

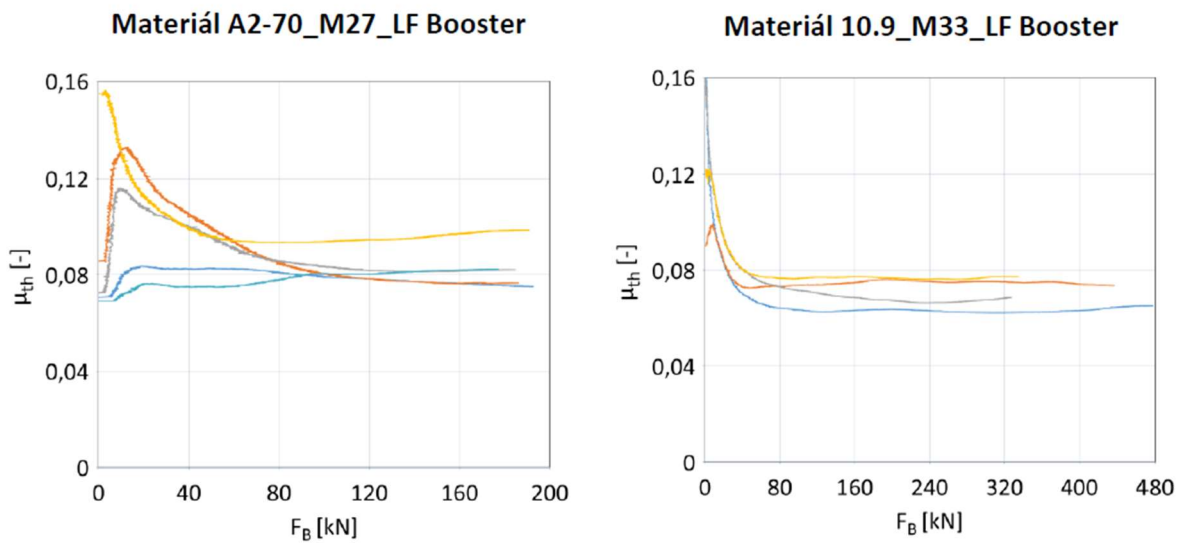
Proč mazat nerezový spojovací materiál

Spojovací materiál z nerezové oceli se velice rychle „zakusuje“ vlivem velkého množství chromu. A to i v porovnání se suchým spojovacím materiálem pevnosti 10.9.



Obr.8 Porovnání průběhu tření v závitu suchého spojovacího materiálu A2 70 a 10.9

Na následujících grafech je vidět zásadní vliv maziva na průběh tření v závitu. Z grafu plyne snížení a ustálení součinitele stření v závislosti na dosažené síle ve šroubu. Proto je důležité spojovací materiál a obzvláště nerezový mazat.



Obr.9 Příklad snížení a ustálení průběhu tření v závitu s mazací pastou pro šroubové spoje LF Booster

Pozn.: LF Booster je speciálně vyvinutá mazací pasta pro šroubové spoje.



Prostřížení mazacího filmu - zhoršení součinitele tření

Z našich měření plyne, že velikost šroubu **nemá** vliv na tlak pod maticí vyvozený během utahování.

Není-li mazivo pevně ukotveno do povrchu závitu, dochází k prostřížení mazacího filmu. Působením smykového tření pak následně ke kontaktu kov na kov (matice-šroub). Čím je materiál šroubu tvrdší a hladší, tím se volně nanesené mazivo na závitech rychleji vymáčkne. Stejný efekt se projeví i u maziv ve spreji na vzduchu vytvrzených. Bez kotevní vrstvy se volně nanesené mazivo nemá jak udržet na povrchu závitu. Vlivem tlaku mezi závity během utahování se mazací film prostřihne a sedře až na základní kov.



Obr. 11 Vytlačené mazivo-pasta



- kluzný lak ve spreji

Může tak dojít ke zhoršení přenosu požadované síly ve šroubu, které následně ovlivní i velikost měrného tlaku vyvozeného na těsnění. V důsledku toho nemusí být těsnění rovnoměrně stlačeno po celém svém obvodu. V případě kritických spojů to může mít za následek netěsnost.

Volně nanesené mazivo (pasta, kluzný lak ve spreji na vzduchu vytvrzený) na závit, neumožňuje (bez přimazání) **opakovatelnost** utahování s původně uvažovaným součinitelem tření. Při opětovném utahování se zhorší součinitel tření až o 30 % - 50 %.

S nárůstem utahovacího momentu se síla (přepětí ve šroubu) již adekvátně nezvyšuje.

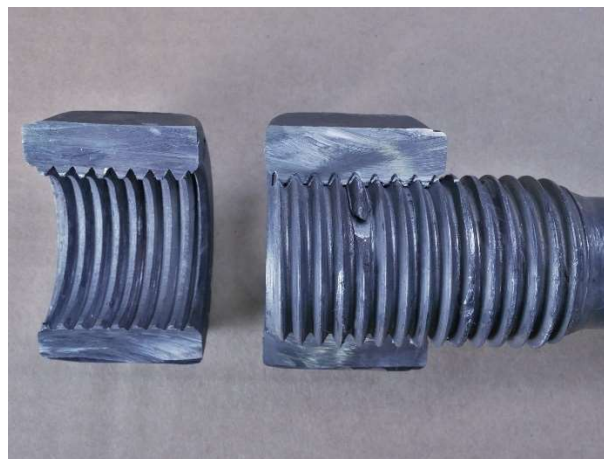
Vliv teploty na mazivo

Mazací pasty obvykle používají jako pojivo materiály (tuky) reálně odolné teplotám maximálně do cca 150 °C. Pro tuky se již jedná o hraniční teploty, kdy může docházet k jejich vysušení. V místech závitu zůstanou při těchto teplotách většinou jen mazací částice v podobě prášku.



Obr. 12 Mazací pasta po teplotě 600 °C

Kombinace vysoké teploty, v jeho důsledku i tepelná roztažnost, společně s prostřížením mazacího filmu při utahování mají obvykle za následek zadření. Zbytky vysušeného maziva již nemají mazací schopnosti. Že je šroub zadřený, zjistí obsluha v okamžiku, kdy nemůže spojovací materiál povolit.



Obr. 13 Zadřený šroub (mazaný pastou, teplota kolem 600 °C)

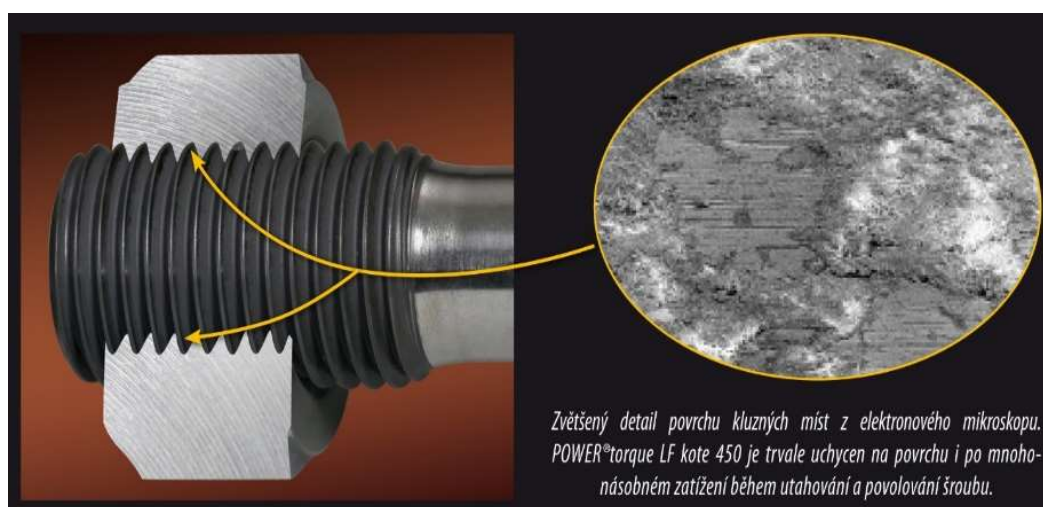
Mazivo trvale ukotvené do povrchu závitu

Jediným způsobem, jak udržet mazivo v závitech, je jeho trvalé ukotvení do povrchu spojovacího materiálu. Této technologii nanášení se říká vypalovaný kluzný lak.

Například **Power[®] torque LF kote 450** je speciálně vyvinuté suché mazání na bázi MoS₂. Teplem vytvrzený kluzný lak odolává extrémnímu zatížení v tlaku a smyku. Trvale odděluje od sebe závit šroubu a matice.

Konstantní součinitel tření - rovnoměrné utažení

Pevně ukotvené mazivo do povrchu závitu se při utahování nevymačká, nedojde k jeho prostřížení. Tyto vlastnosti zaručují konstantní součinitel tření v celém rozsahu utahovacích momentů. Ve všech šroubech je stejný přenos sil a tím i dosažení rovnoměrného stlačení těsnění po celém jeho obvodu.



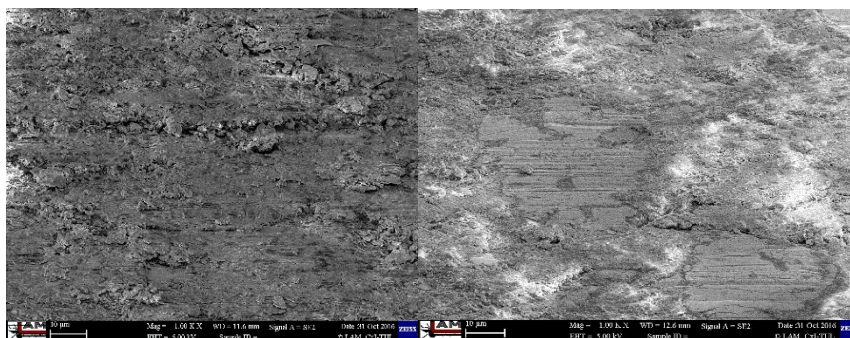
Obr. 14 Zvětšený detail povrchu kluzných míst

Možnost následného povolení

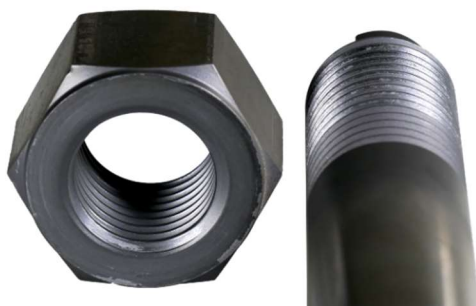
Trvalé oddělení závitu šroubu od závitu matice umožní jejich následné povolení po mnoha letech provozu i na vysokých teplotách. Provozovatel tak během údržby zařízení výrazně zkrátí čas potřebný k povolování spojovacího materiálu. Je to jediný způsob jak předejít zadření šroubů. Následně umožní nedestruktivně demontovat spojovací materiál, zvláště pak v prostředí s nebezpečím výbuchu (Ex).

Opakovatelnost utažení

Vypalované kluzné mazivo zaručuje mnohonásobné povolení a utažení. Opakovaným povolováním a utahováním se **nemění součinitel tření** a kluzný lak se neopotřebovává. Této vlastnosti se s výhodou používá v aplikacích, kde se často musí šrouby utahovat a povolovat.



Obr. 15 Detail z el. mikroskopu - Power® torque LF kote 450 před a po mnohonásobném utahení

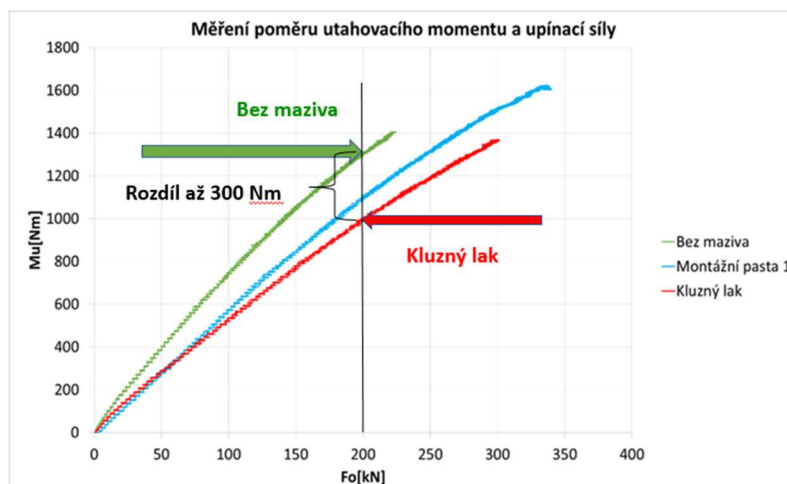


Obr. 16 Kluzný lak (Power® torque LF kote 450) se po opakovaném utahení zaleštuje.

Na stránkách <https://utahovacimoment.tesneni.cz/cs/kalkulacka> si zákazníci sami mohou spočítat velikost utahovacího momentu pro mazivo LF Booster a LF kote 450. Kalkulátor pracuje s mnoha tisíci ověřovacích sérií měření součinitelů tření uvedených maziv.

Poměr utahovacího momentu a upínací síly

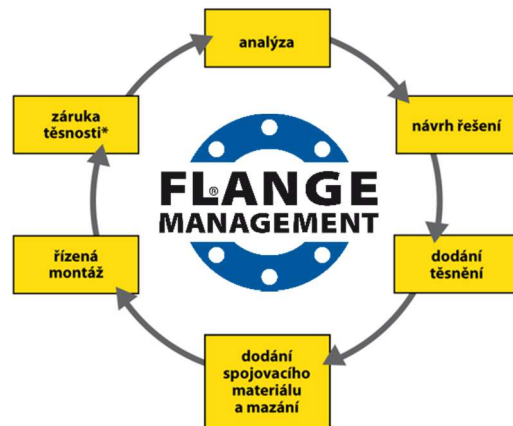
Z porovnání požadovaných utahovacích momentů suchého šroubu a šroubu mazaného mazivem vyplývá, že například u šroubu mazaného kluzným lakem se může pro dosažení upínací síly F_0 200 kN použít až o 300 Nm menší utahovací moment než u nenamazaného šroubu. Nejenom, že se montér méně nadře, ale šroub s mazivem je daleko méně namáhán na krut.



Obr. 17 Graf přenosu síly v závislosti na utahovacím momentu

Komplexní řešení těsnosti přírubových spojů

(od návrhu až po vlastní řízené utahování) je řešeno oddělení Flange management



Další poskytované služby:

Školení montážních pracovníků podle normy EN 1591-4



Tato norma se týká mechaniků šroubových spojů, pracovníků dozoru a odpovědných techniků, kteří demontují, montují a utahují jakékoli šroubové spoje v tlakových zařízeních v kritických aplikacích.

Cílem je předat informace o nových materiálech těsnění, které nahradily azbest, a jejich významného vlivu na zavedené montážní postupy a celkový vliv na spoj jako takový.

CERTIFIKÁT ZPŮSOBILOSTI

je vydáván certifikovaným orgánem pro certifikaci osob akreditovaným Českým institutem pro akreditaci o.p.s. podle ČSN EN ISO/IEC 1724:2013

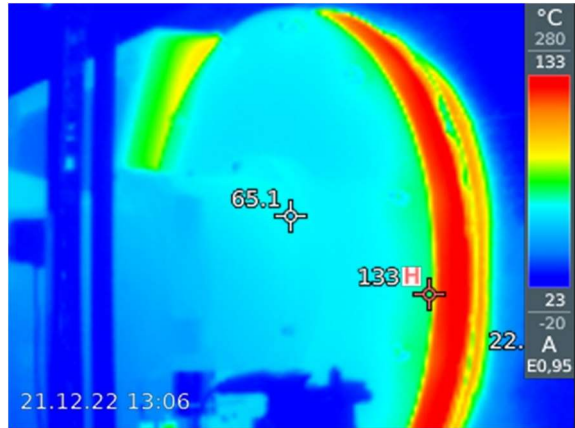
Bezpečnostní objímky POWERseal/ EnviGuard na přírubové spoje

Slouží jako prevence k zachycení výronu média např. páry v případě selhání přírubového spoje. Bezpečnostní objímky tak mohou zabránit nežádoucímu poranění obsluhy.



Termoizolační návleky POWER seal/ ThermoGuard

Termoizolační návleky jsou vyráběny na míru podle daného zařízení a požadavků na snížení tepelných ztrát.



Obr. 18 bez izolace



Obr. 19 s izolací

Autor

Ing. Martin Tesař
Manažer skupiny Flange management
Pokorný industries s r. o. Brno
Trnkova 115
Tel: +420 725 125 953
tesar@pokornyindustries.com
www.pokornyindustries.com

POŽIADAVKY NA ZAISTENIE BEZPEČNOSTI PRI NAPÁJANÍ ODBOČKY Z POTRUBIA ALEBO NÁDRŽE ZA PREVÁDZKY

Jan VYTRŘÍSAL

Anotácia

Vŕtanie a uzatváranie potrubia technológiou T.D.Williamson je metóda, ktorá umožňuje opravy, rekonštrukcie, prekládky, vysadzovanie odbočiek, výmenu nevyhovujúcich uzáverov a ďalšie špecifické činnosti za prevádzky potrubia, prípadne nádrží bez odstávky prúdenia kvapalných a plyných médií. Týmto sa zachováva maximálna produktivita potrubného systému počas opráv a údržby potrubí, nakoľko nie je potrebné prerušovať, resp. odstavovať technologické procesy, čím sa znižujú finančné straty vzniknuté prípadnou odstávkou. Prediktívna údržba vyžaduje komplex riešení, ktoré zvyčajne nie sú lacné. Predstava autonómnych strojov je síce reálna ale nie plošne realizovateľná. Ale práve I4.0 zmenila pohľad na pripravenosť manažmentu údržby na nové požiadavky.

Kľúčové slová: zásahy za prevádzky, opravy potrubí

Počas prevádzky potrubí, resp. iných technických zariadení ako sú napr. nádrže a tlakové nádoby, je niekedy potrebné vykonať zváranie tzv. „pod tlakom“ bez prerušenia prevádzky. Takéto zváranie za prevádzky sa vykonáva najmä v prípade:

- **opravy** (výmena poškodených častí potrubia, uzáverov, prípadne celej technológie napojenej na potrubné vedenie),

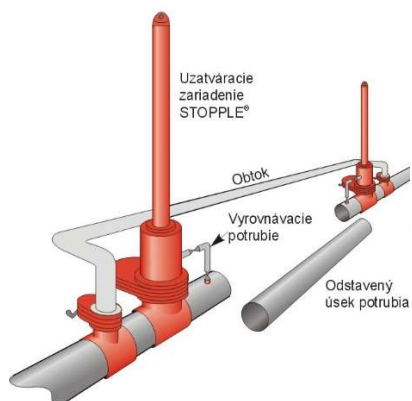


Obr. 1 Oprava potrubia za prevádzky



Obr. 2 Výmena uzáveru za prevádzky

- **prekládky trasy potrubia** (v prípade použitia v priemyselnom areáli sa prekládka potrubia využíva pri rekonštrukciách, alebo budovaní nových objektov vnútri areálu, v prípade využitia v plynárenstve, vodárenstve a pod. napr. v prípade výstavby resp. rekonštrukcie ciest, alebo v prípade výstavby nového developerského projektu, ak na dotknutom pozemku sa nachádza potrubie),



Obr. 3 Prekládka trasy potrubia za prevádzky

- **napojenie nového potrubia** (vysadzovanie odbočiek pre napojenie nových odberateľov, alebo napojenie nových technológií na existujúce potrubné vedenie),



Obr. 4 Napojenie nového potrubia za prevádzky

- **napojenie, resp. inštalácia** nových hladinomerov, meracích a vzorkovacích zariadení na nádrže a tlakové nádoby a pod.



Obr. 5 Inštalácia nových ultrazvukových prietokomerov potrubia za prevádzky

Takéto zváranie za prevádzky prináša so sebou viaceré veľmi vážne a významné riziká ako sú najmä:

- riziko perforácie steny na ktorú sa treba privariť,
- riziko vzniku studených (vodíkom indukovaných) trhlín,
- riziko vzniku teplých trhlín,
- riziko zvýšenia tvrdosti zváraných materiálov a zvarového spoja,
- ostatné riziká vyplývajúce z vlastného procesu zvárania (základné riziká pri zváraní, riziká umiestnenia pracoviska v prostredí s potenciálnou možnosťou výbušnej atmosféry a ďalšie).

Ako teda bezpečne zvärať? Samozrejme najskôr vykonaním vhodnej analýzy rizík, realizáciou vhodných opatrení, monitorovaním zostatkových rizík a na záver aj vhodným havarijným plánom. Kedykoľvek sa môže niečo stať a „Vždy je lepšie byť pripravený ako prekvapený!“.

Základom pre vykonanie analýzy rizík je zhromaždenie všetkých dostupných podkladov a vplyvov na proces zvärania potrebných pre jej správne a dôsledné spracovanie:

- a) **všeobecné požiadavky BOZP**, ktoré sú stanovené v projekte a príslušajúcej dokumentácii a v legislatívnych a normových požiadavkách týkajúcich sa BOZP pri zväraní.
- b) **vplyvy lokality** (práce v intraviláne, v extraviláne, alebo v priemyselnom závode):
 - požiadavky prevádzkovateľa potrubia, požiadavky prevádzkovateľov ostatných sietí v ochrannom pásme, požiadavky majiteľa, resp. užívateľa pozemku,
 - požiadavky na prízjazdové cesty, obmedzenie dopravy prípadne ochrana verejnosti,
 - požiadavky oddelenia HSE a požiarnej ochrany.
- c) **vplyvy umiestnenia pracoviska s ohľadom na výšku** (práce vo výškach, práce vo výkope, špeciálne požiadavky pri prácach v bani)



Obr. 6 Práce vo výškach

- d) **vplyvy materiálu** (potrubia, nádoby, nádrže) **na ktorý sa budeme privárať**:
 - základný materiál (nutné poznať chemické zloženie ocele, aby bolo možné vyrátať uhlíkový ekvivalent a stanoviť vhodný spôsob a parametre zvärania),
 - mechanické vlastnosti materiálu pre výpočet minimálnej hrúbky steny s ohľadom na teplotu (zvärania a produktu) aby nemohlo dôjsť k perforácii vplyvom nadmerného zaťaženia vnútorným prevádzkovým tlakom - ak by bola hrúbka steny menšia, než je minimálna hrúbka pre zväranie pri danej teplote a tlaku dôjde k výronu média,
 - skutočná hrúbka steny v mieste zvärania,
 - overenie celistvosti materiálu vhodnými NDT skúškami.



Obr. 7 Analýza základného materiálu



Obr. 8 NDT pred zváraním

e) **vplyvy produktu** v potrubí (nádobe, nádrži) v čase zvárania:

- druh produktu (kvapalina, plyn) – problematika odvodu tepla počas zvárania,
- teplota produktu,
- maximálny prevádzkový tlak v čase zvárania,
- chemické zloženie produktu (pri zváraní môže vzniknúť na vnútornom povrchu tak vysoká teplota, že môže dôjsť k tepelno-chemickej reakcii niektorej z chemických látok),
- výbušnosť produktu (v prípade, že je, resp. bol produkt v potrubí výbušný, nesmie sa nachádzať vnútri potrubia, nádoby, alebo nádrže kyslík, ktorý by mohol spôsobiť vznik výbušnej atmosféry - problém pri starých, odstavených potrubíach v ktorých nikto nevie, čo môže byť vnútri),
- rýchlosť prúdenia produktu v potrubí (vysoká rýchlosť prúdenia môže spôsobovať nežiadúce ochladzovanie čiže odvod tepla, čím vznikajú nevhodné podmienky pre zhotovenie kvalitného zvaru),
- rýchlosť ochladzovania (vysoká rýchlosť ochladzovania spôsobuje vznik trhlín; ak je rýchlosť ochladzovania nečakane vysoká a dôjde k potrebe zvýšenia prúdu, hrozí riziko vzniku teplých trhlín, studených trhlín, vyššej tvrdosti zvaru a ďalším problémom).



Obr. 9 Zváranie za prevádzky

f) **ďalšie vplyvy** ovplyvňujúce spôsob a parametre zvárania:

- obsah H_2 v produkte (riziko vzniku vodíkového korozívneho praskania),
- obsah H_2S v produkte (riziko vzniku sulfidického korozívneho praskania),
- nutnosť použitia predohrevu, dohrevu, prípadne riadeného chladnutia (podľa parametrov postupu zvárania),
- nutnosť žihania za prevádzky (s ohľadom na možné zvýšenie tvrdosti počas zvárania s ohľadom na obsah H_2 alebo H_2S v produkte),

Na základe zhromaždených podkladov a dôslednej analýzy všetkých vzájomných vplyvov (niekedy aj vo vzájomných súvislostiach) vypracujeme analýzu rizík na základe ktorej následne stanovujeme opatrenia na ich elimináciu.

Základnými opatreniami na elimináciu rizík sú najmä:

- 1) **dôsledná identifikácia všetkých parametrov** vstupujúcich do procesu zvárania a následný výber vhodného spôsobu a parametrov zvárania,
- 2) **kvalitne vykonané NDT kontroly celistvosti základného materiálu** (problém kontroly pri vysokých teplotách - najčastejšie používaná metóda NDT kontroly je plošná kontrola ultrazvukom v 100% objemu NIE MERANIE HRÚBKY STENY! a v prípade vysokých teplôt je problém s výberom vhodných ultrazvukových sond),
- 3) **skúsený a zručný zvárač** (zvárač musí byť dostatočne skúsený a nesmie sa báť - niekedy je potrebné vykonať pracovnú skúšku s modelovaním vplyvov na zváranie, aby si zvárač overil, že to ide a získal potrebnú sebadôveru),
- 4) **vhodný postup zvárania** musí byť vypracovaný skúseným zváračským inžinierom a v niektorých špecifických prípadoch musí byť aj overený kvalifikáciou postupu zvárania (WPQR) v namodelovaných podmienkach simulujúcich špecifické prostredie,
- 5) **nepretržitý dohľad** skúseným zváračským inžinierom počas celej doby zvárania.



Obr. 10 Dohľad skúseného zváračského inžiniera počas zvárania

Iba dôslednou prípravou, ktorá môže byť aj v niektorých prípadoch časovo a aj finančne náročná je možné zabezpečiť zodpovedajúcu bezpečnú úroveň BOZP pri prácach na potrubiach, nádržiac a tlakových nádobách pod tlakom za prevádzky.

Autor:

Ing. Jan Vytřísal, MBA
generálny riaditeľ
SEPS, a.s.

Pri smaltovni 4

Bratislava, 85101

Tel.: +421 (0)2 68 245 720

E-mail: jan.vytrisal@seps.sk

BEZPEČNOSŤ TECHNICKÝCH ZARIADENÍ A OVEROVANIE LEGISLATÍVNYCH POŽIADAVIEK VO VÝROBNOM PODNIKU

Rastislav ŠINDOLÁR, Martin BUKOVINSKÝ, Peter VRCHOVSKÝ

Anotácia

Revízna a kontrolná činnosť v rámci overovania legislatívnych požiadaviek je neodmysliteľnou súčasťou systému údržby a v zabezpečení prevádzkovej spoľahlivosti a bezpečnosti technických zariadení. Moderný manažment technických systémov je založený na systémovej práci z dátami predpokladá využitie a optimalizáciu nástrojov aj v oblasti evidencie legislatívnych overovaní. Aplikované riešenie ponúka príklad, ako jednu z možností, systémoveho zabezpečenia príslušnej oblasti a eventualitu pre dosiahnutie požadovanej prevádzkovej spoľahlivosti a efektivity.

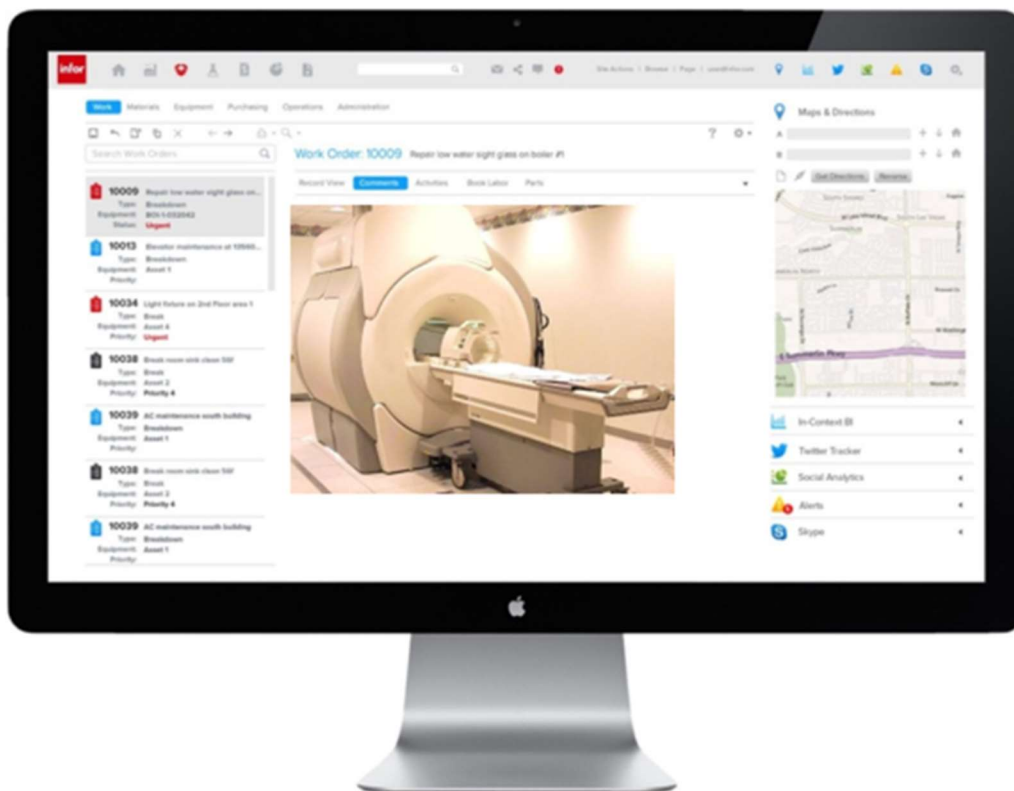
Kľúčové slová: Overovanie legislatívnych požiadaviek, Manažment technických systémov (MTS), Revízie, Prevádzka technických zariadení, Bezpečná údržba

Úvod

Jedným z hlavných cieľov údržby je zabezpečenie prevádzky technických zariadení v požadovanej technickej dostupnosti (pohotovosti). S prevádzkou technických zariadení vo výrobných podnikoch sú spojené aj prevádzkové riziká. Tieto riziká vyplývajú z prevádzkových podmienok, technologického charakteru zariadení povahy príslušných procesov a ďalších identifikovaných alebo iných reálne prítomných vplyvov. V údržbe, a vôbec celkovo v manažmente technických systémov je neustále prítomná otázka, akým spôsobom sa s týmito rizikami vysporiadame.

Legislatívne požiadavky na zariadenia

Celkovo v komplexnom manažmente technických systémov a teda aj v riadení údržby je neoddeliteľnou súčasťou manažovanie rizika. Pre pracovníkov údržby sú činnosti eliminácia rizík úplne prirodzenou súčasťou svojej práce a s vedomím že tieto priamo ovplyvňujú efektívitu aktivít a celkovú aj osobnú bezpečnosť, vykonávajú tieto činnosti tak systémovejšími nástrojmi ako aj empiricky vyplývajú z profesionálneho prístupu. Jedným z kľúčových prostriedkov v príslušnej oblasti manažmentu rizika je systém overovania legislatívnych požiadaviek pre technické zariadenia. Tento príspevok popisuje akým spôsobom sme sa s týmto popasovali vo výrobnom podniku ZKW Slovakia s.r.o. v spolupráci so spoločnosťou INSEKO a.s.



Obr. 1 HxGN EAM (Enterprise Asset Management) - nástroj určený na správu majetku spoločnosti, a dokáže zastrešiť aj požiadavky vyplývajúce z legislatívy

Overovanie legislatívnych požiadaviek

Aby zariadenia plnili svoj účel a boli bezpečné, sú výrobné podniky, ako zamestnávateľa, povinný v intervaloch určených osobitnými predpismi zabezpečovať, odborné prehliadky a odborné skúšky vyhradených technických zariadení, zaisťovať kontrolu, meranie a hodnotenie faktorov pracovného prostredia. Prevádzková spoľahlivosť závisí od stavu zariadení a jej zvyšovanie nie je dosiahnuteľné bez preventívnych aktivít, z ktorých významnú množinu predstavujú pravidelné prehliadky a revízie. Táto oblasť, možno aj v súvislosti, že na prvý pohľad zdanlivo neumožňujúca veľkú kreativitu, je nie vždy veľmi populárna medzi údržbármi a veľakrát sa kompetencia presúva ako horúci zemiak. V praxi si technici vo všeobecnosti veľmi dobre uvedomujú dôležitosť a význam overovania legislatívnych požiadaviek a konečnom výsledku vítajú riešenia a nástroje prinášajúce jednoduchšie a efektívnejšie spracovanie.

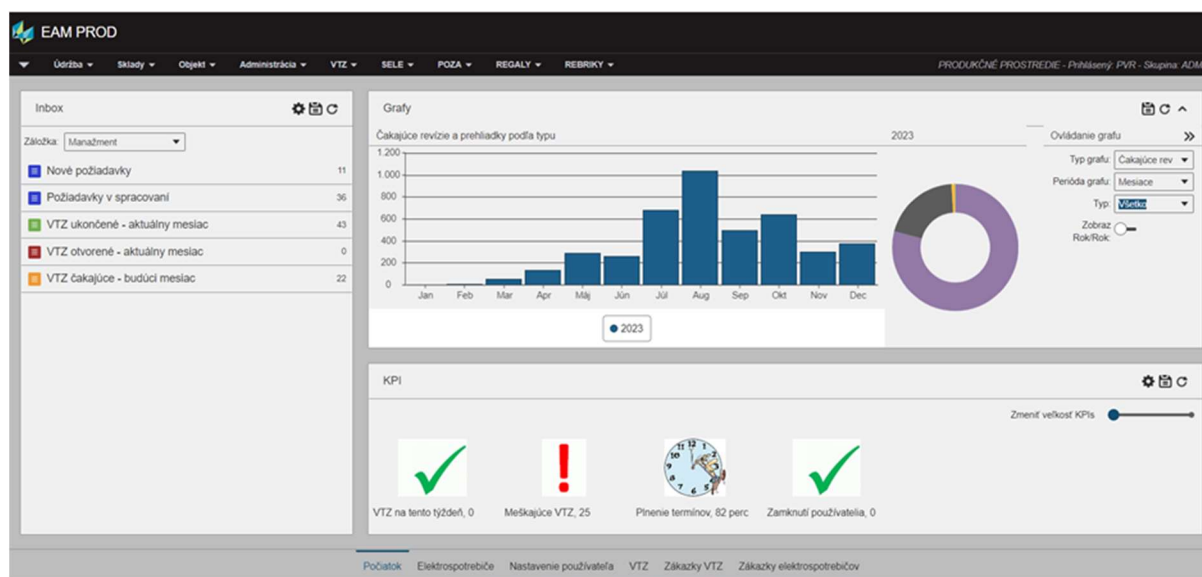
Primárna analýza a východiskové podmienky

Primárna snaha mať aj oblasť legislatívneho overovania pod kontrolou, prirodzene vygenerovala proces hľadania systémového riešenia, ktorý u nás prešiel viacerými vývojovými štádiami. Hlavným príznakom systému legislatívneho overovania v štádiu keď sme túto optimalizáciu začínali bola prítomnosť odchýlok ako napríklad revízie po termíne, chýbajúce formálne náležitosti v dokumentácii alebo neidentifikované potrebné overovania. Nakoľko sme, ako spoločnosť chceli dostať túto oblasť pod kontrolu, začali sme tieto procesy overovania analyzovať, vyhodnocovať odchýlky a na základe

elementárneho vyhodnotenia sme identifikovali hlavné príčiny nedostatočnej spoľahlivosti systému overovania, ako napríklad rozdrobené kompetencie, dáta a podklady evidované v rôznych nástrojoch s rôznou technologickou úrovňou, nedostatočne popísané procesy s nejednoznačnými alebo nepriradenými procesnými zodpovednosťami, zložitosť a vysoká prácnosť evidencie limitujúca efektívne používanie a zdieľania podkladov.

Cesta k návrhu riešenia, selekcia alternatív

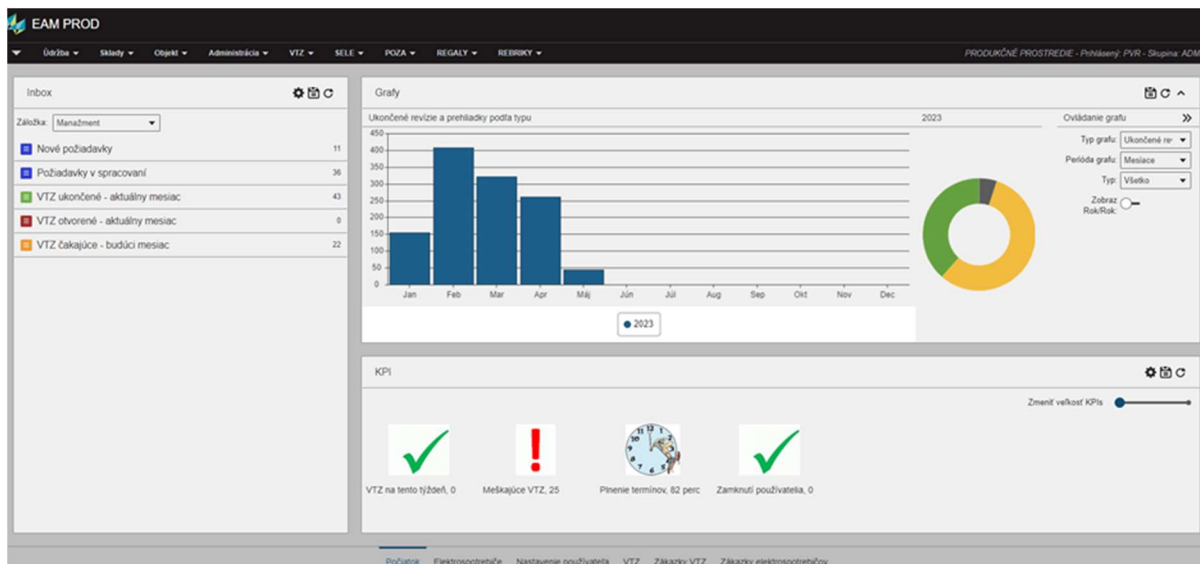
Na základe prvotného rozboru sme pristúpili v prvej fáze k riešeniu systémovej evidencie v internej réžii, spôsobom ktorý sa nám už viackrát v minulosti pri menších aplikáciách osvedčil, avšak už v návrhu riešenia a pri prvých simuláciách bolo zrejmé, že problematika je omnoho komplexnejšia ako sa na prvý pohľad javila a reálne si vyžaduje výrazne robustnejšie riešenie. V ďalšej fáze sme pri hľadaní a výbere externého dodávateľského riešenia zvolili modul evidencie revízií EAM od HxGN (predtým INFOR), ktorý implementuje spoločnosť INSEKO a.s., a to hlavne na základe deklarovanej, a neskôr aj naplnenej vysokej flexibility riešenia schopného prispôbiť sa našej štruktúre údajov a charakteru našich procesov, samozrejme okrem iných atribútov výberových kritérií ako sú cena, dodacie termíny, profesionálne kapacity a referencie a pod.



Obr. 2 Evidencia revízií implementovaná v ZKW Slovakia

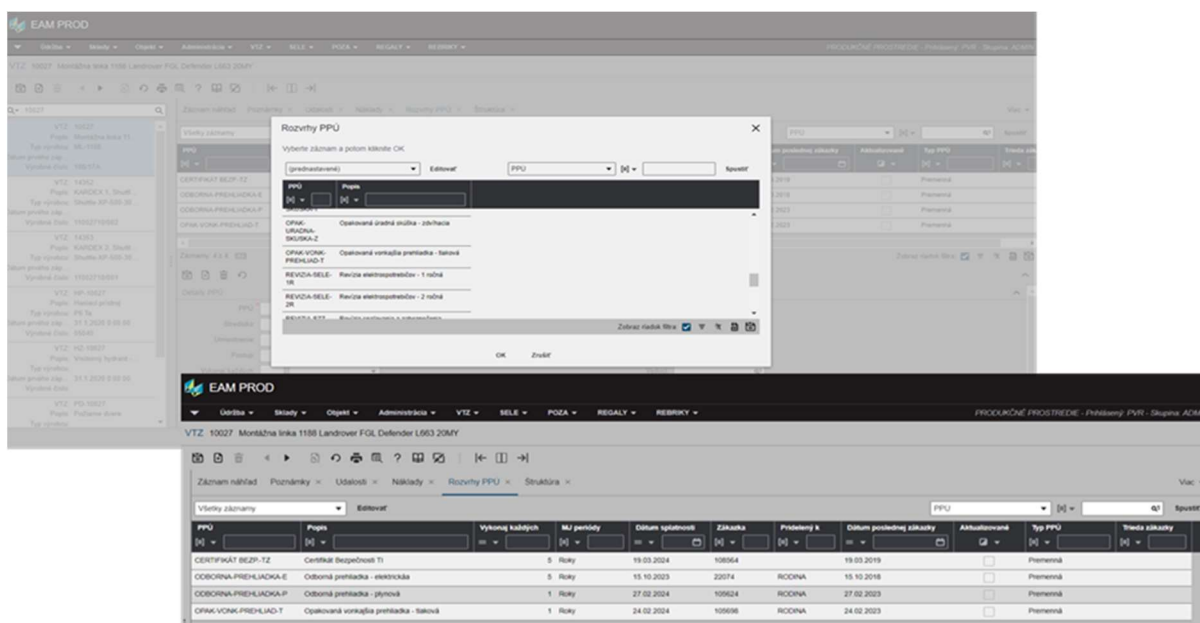
Projektová implementácia HxGN EAM

Realizácia riešenia v spolupráci projektových tímov ZKW a INSEKO vygenerovala v tejto etape ďalšie už konkrétnejšie požiadavky a úlohy na zabezpečenie funkcionalít systému evidencie overovaní. Vznikla potreba kompetenčne zabezpečiť procesy a vytvorili sme oddelenie Legislatívy, ktoré prebralo zodpovednosť za realizáciu a koordináciu a evidenciu legislatívnych overovaní v podniku. Jednotný zber dát a spracovanie údajov v centrálnom systéme evidencie umožnil zefektívniť plánovanie, riadenie a zlepšovanie procesov.



Obr. 3 Systémové spracovanie údajov znamenalo progres v optimalizácii

Nasadenie systémovej evidencie revízií prostredníctvom HxGN EAM zabezpečilo dostatočné množstvo údajov v požadovanej kvalite o realizovaných overeniach, priradených zdrojoch a statusoch, výstupných podkladoch a presnejších východiskách pre plánovania procesov.



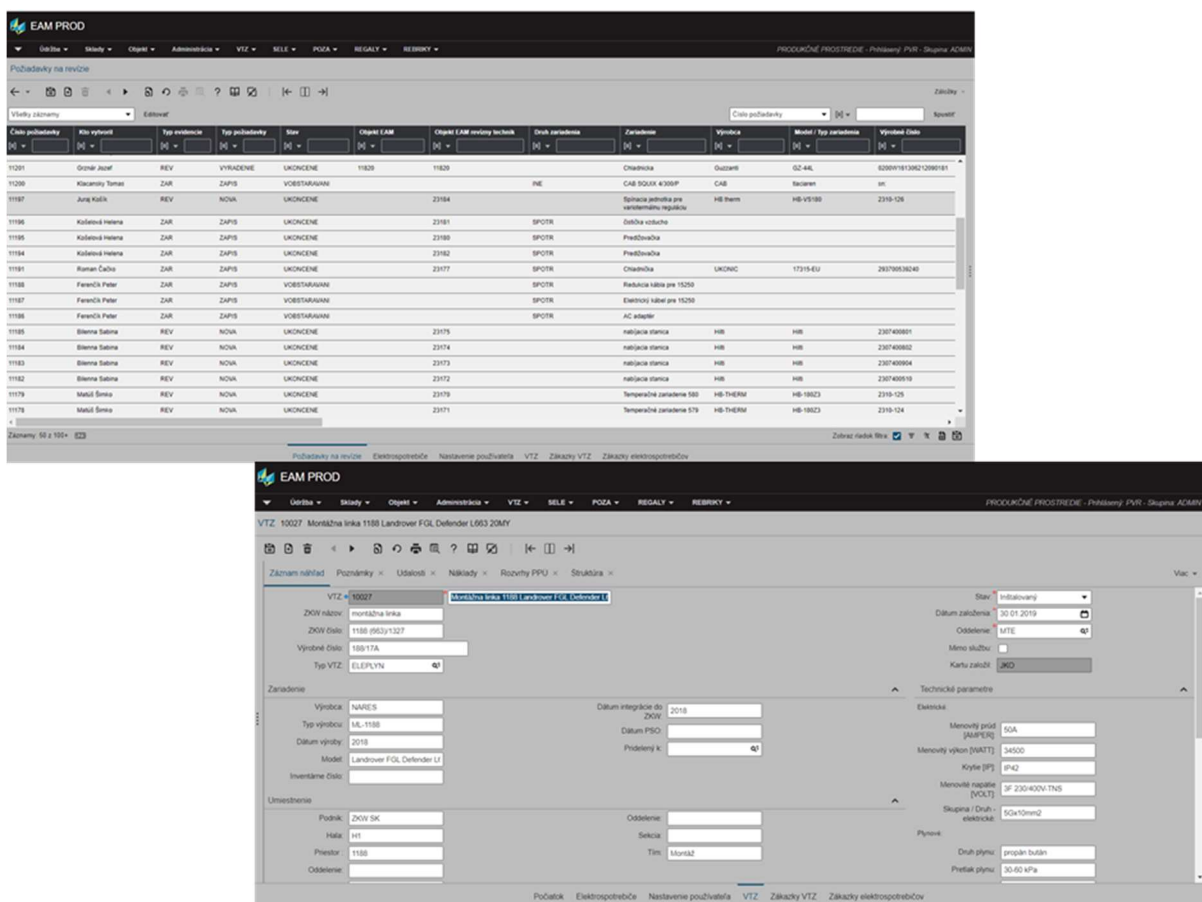
Obr. 4 Manažment plánovaných aktivít v EAM

Zlepšenie a skvalitnenie systému evidencie a dostupné príslušné dáta indukovali ďalšie požiadavky v optimalizácii, respektíve to vytvorilo tlak na ďalšie ovplyvnené oblasti, ako napr. kvalitu evidencie zariadení, manažment dodávateľov a iné. Podľa povahy potrebných optimalizačných aktivít môžeme tieto rozdeliť na procesné a aplikačné. Procesné vyladenia, predstavovali ďalšie priebežné a kontinuálne kompetenčné zabezpečenia, šandardizácie procesov a iné interné podnikové organizačné opatrenia. Jednalo sa hlavne o priradenie centrálnych procesných kompetencií v rámci

oddelenia legislatívy, definovanie ďalších užívateľských zodpovedností príslušným oddeleniam, doplnenia procesných smerníc, diagramov a postupov.

Aplikačné korekcie v projekte

Medzi priame aplikačné požiadavky počas implementácie patrili úpravy funkcionalít v databázach a v evidencii plánovaných aktivít, užívateľských rozhraní, legislatívneho rámca, eskalačných opatrení, archivácie a dokumentačného manažmentu. Najvýznamnejšie projektové nasadenie predstavovali aplikačné funkcionality a nástroje evidencie zariadení, implementácie komunikačných platforiem v multidisciplinárnom prostredí výrobného podniku, zabezpečenie efektívnych automatizovaných funkcií a efektívnych intuitívnych nástrojov manuálnej evidencie a užívateľských formulárov.



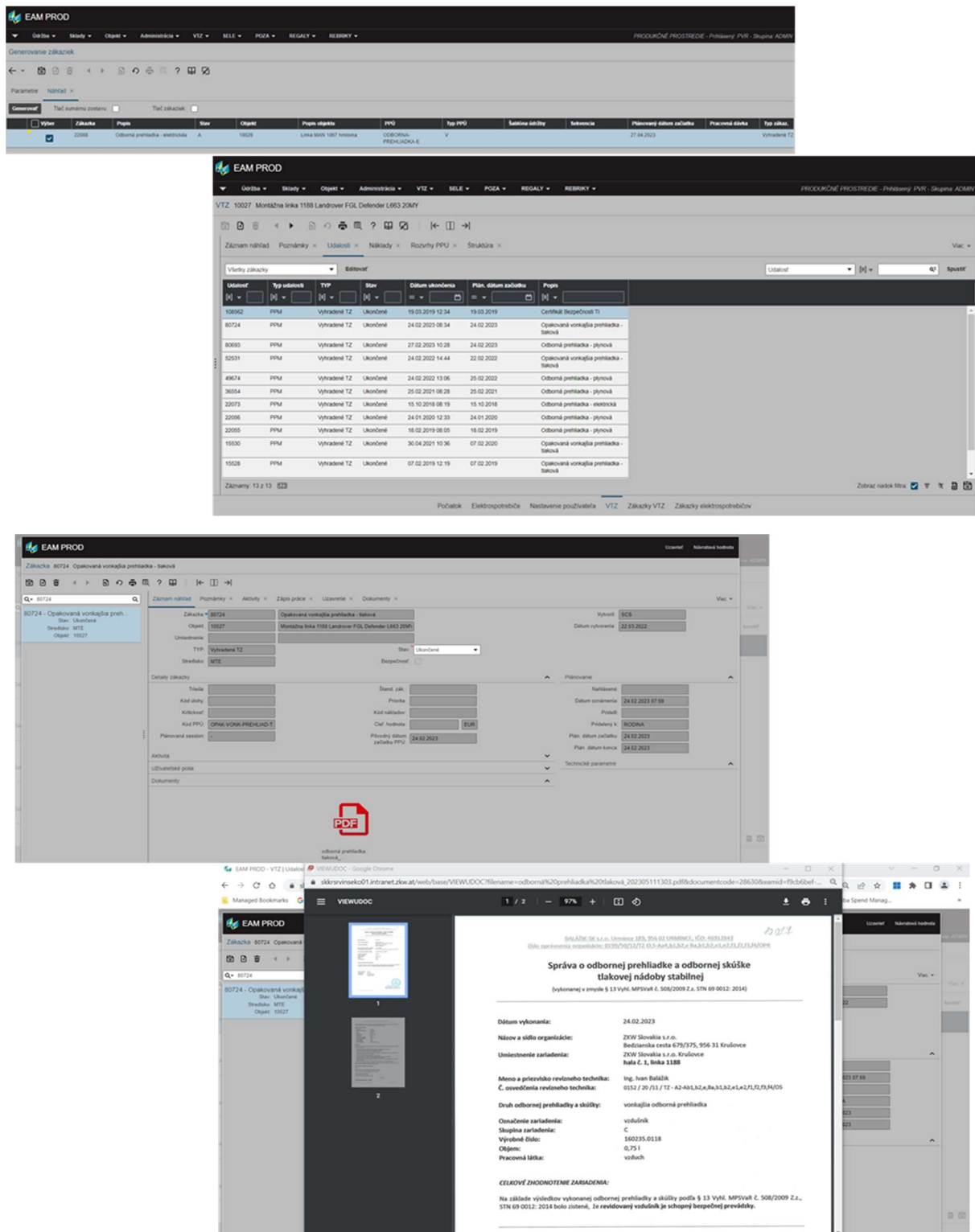
Obr. 5 Nástroje evidencie zariadení - formulár a evidenčná karta

Prínosy implementácie

Súhrnné zhodnotenie optimalizácie

S ohľadom na hlavné ciele projektu optimalizácie bol dosiahnutý výrazný progres v oblasti spoľahlivosti realizácie a formálnej verifikácie legislatívnych overovaní k príslušným technickým zariadeniam. K ďalším významným prínosom môžeme zaradiť procesnú šandardizáciu a prevádzkovú efektivitu

získanú systémovým plánovaním, zberom dát, vyhodnocovaním a procesným zlepšovaním. Zlepšenie medzirezortnej komunikácie v podniku, vyšší komfort práce a finančné benefity vyplývajúce z výrazne vyššej autonómnosti v oblasti revízných činností predstavujú pre podnik nepriamu, ale nie nepodstatnú pridanú hodnotu.



Obr. 6 Evidencia revízií v EAM výrazne zlepšila prácu

Výsledky projektu vo vybraných ukazovateľoch

Popri naplnení hlavných (nefinančných) cieľov – zvýšenie spoľahlivosti overovania – projektové tímy zaviedli aj merateľné vyhodnocovanie implementácie nástrojov evidencie a celkovej systémovej optimalizácie. Príklad vybraných ukazovateľov:

- Navýšenie podielu realizácií overovaní v internej réžii o 35% (z 10 na 45%) z toho vyplývajúce zníženie outsourcingu
- Zníženie priemerných nákladov / na 1 overovanie o 15%
- Zvýšenie výkonnosti systému overovania o 320% (v počte overovaní /rok)
- Zníženie výskytov nedostatkov o 95%

Záver

Implementácia nástroja HxGN EAM poskytla komplexné, kompaktné riešenie pre masívnu evidenciu v oblasti overovania legislatívnych požiadaviek v rozsahu a v zmysle požiadaviek výrobného podniku ZKW Slovakia a spolu s nasadením ďalších vnútropodnikových opatrení dosiahol projekt celkovej systémovej optimalizácie významné prínosy. K vynikajúcim výsledkom výrazne prispela aj profesionálna spolupráca projektových tímov ZKW a INSEKO.

Autori:

Ing., Rastislav Šindolár
TPM Manažér
ZKW Slovakia s.r.o.
Bedziarská 679/375, 956 31 Krušovce
Tel.: +421902939852 E-mail: rastislav.sindolar@zkw.sk

Ing., Martin Bukovinský
Výkonný riaditeľ / CEO
INSEKO a.s.
Bytčická 2830, 010 01 Žilina
Tel.: +421415070398 E-mail: bukovinsky.martin@inseko.sk

Peter Vrchovský
Vedúci oddelenia legislatívy
ZKW Slovakia s.r.o.
Bedziarská 679/375, 956 31 Krušovce
Tel.: +421902939836 E-mail: peter.vrchovsky@zkw.sk

INŽINIERSTVO ÚDRŽBY TAK, AKO HO CHARAKTERIZUJE NOVÁ EURÓPSKA NORMA

Juraj GRENČÍK

Anotácia

Príspevok predstavuje pojem inžinierstvo údržby tak, ako ho chápe nová európska norma EN 17666:2022 Údržba — Inžinierstvo údržby — Požiadavky. Norma predstavuje inžinierstvo údržby ako oblasť, ktorá využíva kompetentnosti, metódy, techniky a nástroje na vývoj a podporu údržby s cieľom zaistiť, aby objekt (údržby) bol schopný vykonávať požadované funkcie bezpečným, udržateľným a nákladovo efektívnym spôsobom počas celého životného cyklu. Pojem inžinierstvo údržby doteraz nebol na Slovensku veľmi zaužívaný. Vďaka prekladu ďalšej európskej normy z oblasti údržby do slovenčiny, ktoré spracúva prekladom Slovenská spoločnosť údržby, sa tento pojem a jeho obsah stane známejším.

Úvod

Slovenská spoločnosť údržby (SSU) aj v roku 2023 spracováva preklad ďalšej novo vydananej normy z oblasti údržby pripravenou pracovnou skupinou č. 319 „Údržba“ pri CENe. V roku 2023 to bude EN 17666:2022 Údržba — Inžinierstvo údržby — Požiadavky.

Pre informáciu v tabuľke 1 uvádzam prehľad doteraz prebraných európskych noriem z oblasti údržby, ktoré vyšli v slovenskom preklade; na záver je spomínaná nová norma o požiadavkách na inžinierstvo údržby. ak zas pribudol ďalší riadok a manažéri údržby na Slovensku, tentoraz v spojení s manažermi majetku, majú zas ďalší materiál, ktorý môžu využiť pre efektívnejší chod a rozvoj svojich firiem.

Tabuľka 1 Prehľad európskych noriem vytvorených v TC 319 a preložených do slovenčiny

Norma (označenie a roky vydania)	Slovenský preklad a rok vydania
EN 13306: 2001, 2010, 2018 Maintenance terminology	Terminológia údržby; 2005, 2011, 2018
EN 13269: 2006, 2016 Maintenance. Guideline on preparation of maintenance contracts	Údržba. Návod na prípravu zmlúv o údržbe; 2007, 2017
EN 15341: 2007, 2019, + A1: 2022 Maintenance. Maintenance Key Performance Indicators	Údržba. Kľúčové ukazovatele výkonnosti; 2007, 2021, 2022
CEN/TR 15628: 2007, 2014 Maintenance Qualification of Maintenance personnel	Údržba. Kvalifikácia pracovníkov údržby; 2008, 2015
EN 13460: 2009 Maintenance. Documentation for maintenance	Údržba. Dokumentácia údržby; 2009
EN 15331: 2011 Criteria for design, management and control of maintenance services for buildings	Kritériá návrhu, manažérstva a riadenia činností údržby budov; 2012
EN 16991: 2018 Risk-based inspection framework y	Rámec inšpekcie založenej na riziku; 2019
EN 17007:2017 Maintenance process and associated indicators	Proces údržby a súvisiace ukazovatele; 2020
EN 17485: 2021 Maintenance - Maintenance within physical asset management - Framework for improving the value of the physical assets through their whole life cycle	Údržba v manažérstve hmotného majetku. Rámec na zvyšovanie hodnoty hmotného majetku v jeho celom životnom cykle; 2022
EN 17666:2022 Maintenance - Maintenance engineering - Requirements	Údržba — Inžinierstvo údržby — Požiadavky; plánované vydanie v r. 2023

Inžinierstvo údržby

Inžinierstvo údržby je technická disciplína, ktorá využíva kompetentnosti, metódy, techniky a nástroje na vývoj a podporu údržby s cieľom zaistiť, aby objekt (zariadenie, stroj a pod.) bol schopný vykonávať požadované funkcie bezpečným, udržateľným a nákladovo efektívnym spôsobom počas celého životného cyklu.

Prvoradým cieľom inžinierstva údržby je prispievať k dosiahnutiu celkových požiadaviek zainteresovaných strán prostredníctvom optimalizovanej a nákladovo efektívnej údržby ako súčasti manažérstva hmotného majetku.

Prínosy z inžinierstva údržby sú najmä:

- dosiahnutie cieľov spoľahlivosti ovplyvňovaním návrhu;
- analýza rizík súvisiacich s údržbou;
- uplatňovanie princípov udržateľnosti;
- dosiahnutá požadovaná úroveň integrity a bezpečnosti;
- dosiahnutá požadovaná výkonnosť a technický stav;
- lepšie rozhodnutia o predĺžení životnosti;
- zlepšená zabezpečenosť údržby;
- znížená environmentálna stopa úsporou energie a spotrebou surovín;
- zlepšená konkurencieschopnosť a hodnota výstupu.

V norme je opísané inžinierstvo údržby a jeho ciele a pomerne obsiahlo sú opísané činnosti inžinierstva údržby počas etáp životného cyklu. Aj keď inžinierstvo údržby má najväčší vplyv, ak sa aplikuje počas etapy koncepcie a návrhu hmotného objektu, norma pokrýva uplatnenie inžinierstva údržby vo všetkých etapách životného cyklu a pre rôzne scenáre, napríklad:

- výrobca, ktorý vyrába jedno zariadenie a potom ho udržiava;
- prevod majetku pri uvedení do prevádzky na kupujúceho, ktorý bude zodpovedný za jeho údržbu;
- prevod majetku pri uvedení do prevádzky, po ktorom nasleduje záručná doba. Počas záruky je zodpovedný predávajúci a po nej kupujúci;
- (čiastková) zmluva o údržbe, ktorú predávajúci uzavrel s kupujúcim alebo s treťou stranou.

Činnosti inžinierstva údržby v životnom cykle

Činnosti inžinierstva údržby sú zamerané na zabezpečenie toho, aby objekt plnil požadované funkcie bezpečným, udržateľným a nákladovo efektívnym spôsobom. Typ činnosti, ktorá sa vyžaduje, sa mení počas životnosti objektu: spočiatku zameraná na vývoj a dokumentáciu požiadaviek na údržbu, sa mení na poskytovanie a optimalizáciu údržby objektu. Počas celého životného cyklu musia byť vstupy činností inžinierstva údržby do návrhu, ako aj jeho výsledky, sledovateľné a kontrolovateľné.

Jednotlivé etapy majú len zriedka presné hranice, keďže činnosti z jednej etapy majú tendenciu postupne ubúdať, keď sa začína nasledujúca etapa.

Príspevok inžinierstva údržby k návrhu a využívaniu objektu závisí od detailu návrhu, úrovne v rámci hierarchie majetku a etapy životného cyklu. Inžinierstvo údržby má spolupracovať so všetkými relevantnými oblasťami, aby sa splnili ciele zainteresovaných strán.

Konštrukčné vstupy a vstupy inžinierstva údržby sú ovplyvnené vnútornými a vonkajšími faktormi organizácie, ako sú legislatíva, sociálno-ekonomické podmienky, technológie, technický stav vzájomne súvisiaceho hmotného majetku, logistika, kompetentnosti a charakteristiky organizácie. Potreba vyvážiť tieto faktory s cieľom uspokojiť zainteresované strany môže viesť k suboptimálnej udržiavateľnosti a zabezpečenosti údržby.

Tabuľka 2 uvádza prehľad cieľov inžinierstva údržby, vstupy a činnosti počas životného cyklu, ktoré realizujú hodnotu majetku pre zainteresované strany prostredníctvom spoľahlivosti. V ďalších podkapitolách normy sa potom detailnejšie uvádzajú činnosti, ktoré sa majú vykonávať počas životného cyklu objektu. V tabuľkách je podrobnejší pohľad na primárne činnosti v každej etape životného cyklu, ich vstupy, výsledky a interakcie. Vo všeobecnosti sú výsledky („výstup“) z jednej etapy súčasťou vstupu do ďalšej etapy. Uvádzajú sa zainteresované strany vo výstupe inžinierstva údržby, ako aj hlavné obmedzenia.

Počas jednotlivých etáp a čiastkových etáp je komunikácia medzi vlastníkami projektu, prevádzkovou organizáciou a inžinierskou organizáciou nevyhnutná na stanovenie požiadaviek na splnenie potrieb zainteresovaných strán. Politika údržby je základom pre inžinierstvo údržby počas životného cyklu a musí byť v súlade s celkovou politikou a cieľmi organizácie.

Tabuľka 2 — Ciele, vstupy a činnosti inžinierstva údržby počas životného cyklu

Etapa životného cyklu	Podetapa životného cyklu	Ciele činností inžinierstva údržby	Činnosti inžinierstva údržby a vstupy do rôznych etáp životného cyklu
Konceptia	Realizovateľnosť	Poskytovať včasné technické vstupy do štúdie realizovateľnosti týkajúce sa požiadaviek na údržbu vyplývajúcich z navrhovaných riešení.	Pomoc pri definovaní riešení návrhu posudzovaním s nimi spojených dôsledkov údržby a ich vplyvu na požiadavky zainteresovaných strán.
	Základná konceptia	Prispieť k definícii základného návrhu prostredníctvom hodnotenia požiadaviek na údržbu	Posúdenie požiadaviek na údržbu a udržiavateľnosť alternatívnych možností. Prispieť k dosiahnutiu požiadaviek zainteresovaných strán, ako je posúdenie spoľahlivosti, udržiavateľnosti a bezpečnosti alternatívnych možností. Zaistenie súladu možností so všetkými platnými právnymi a organizačnými požiadavkami.
Vývoj	Predbežný návrh	Ovplyvnenie návrhu na dosiahnutie požadovanej spoľahlivosti.	Prispievať k posúdeniu spoľahlivosti vybraných možností návrhu celého riešenia majetku prostredníctvom posúdenia údržby a udržiavateľnosti.
	Detailný návrh	Vypracovanie úloh údržby a pomoc pri projektovaní na dosiahnutie požadovaných úrovní udržiavateľnosti a zaistenie prevádzkovej pohotovosti.	Podpora projektovania na dosiahnutie cieľov bezporuchovosti, udržiavateľnosti a zabezpečenia. Vypracovanie predbežných procesov údržby, pokynov a identifikácia technologických príležitostí súvisiace s údržbou. Definovanie plánov údržby, vytvorenie popisov úloh.

Realizácia	Zhotovenie	Implementovanie rozhodnutí o údržbe z etáp koncepcie a vývoja.	Radiť a podieľať sa na inšpekcií, skúšaní a posudzovaní zhody počas procesu zhotovenia. Aktualizácia plánov údržby, ak je to potrebné, v reakcii na vybudované systémy.
	Implementácia a uvedenie do prevádzky	Implementovanie rozhodnutí o údržbe z etáp koncepcie, vývoja a počas uvádzania do prevádzky, príprava na odovzdanie	Identifikácia požiadaviek na zdroje a kompetentností na údržbu a tomu zodpovedajúca implementácia. Implementácia plánov údržby vrátane plánov inšpekcií, údržby operátormi (ak je to vhodné) a plánov monitorovania stavu. Potvrďte postupy údržby podľa potreby. Prispieť napríklad k spusteniu, skúšobnej prevádzke a akceptačnému testu výkonu. Overenie postupov údržby podľa požiadaviek. Príspevok napríklad k spusteniu, skúšobnému chodu a preberacej skúške výkonnosti.
Používanie	Prevádzka a údržba	Vykonávanie úlohy údržby a aktualizácia plánov pre dosiahnutie cieľov spoľahlivosti	Vykonanie analýzy úloh, špecifikácia harmonogramov a plánov, plánov opráv a plánov rozvoja údržby na základe stavu. Aktualizácia plánov údržby a iných vybraných politík manažérstva porúch prostredníctvom technického posúdenia výstupov údržby a v reakcii na meniace sa prevádzkové podmienky. Účast' sa na revízii časových plánov údržby a plánovaní príslušných činností na zlepšenie prevádzky. Pomoc pri rozvoji prevádzkových postupov a zručností operátora (kde je to vhodné). Účast' pri analýzach požiadaviek na podporu.
Likvidácia/ premena	Opakované použitie, recyklácia alebo likvidácia	Uľahčenie opätovného použitia, recyklácie alebo likvidácie objektu alebo majetku	Odhad konca užitočného života objektov alebo majetku. Pomoc pri identifikácii objektov na opätovné použitie, recykláciu, opätovnú výrobu, ktoré sú zastarané alebo sa majú likvidovať.

Digitalizácia v inžinierstve údržby

V norme sa spomína aj vzťah inžinierstva údržby a digitalizácie. Digitalizácia v údržbe je využívanie digitálnych technológií na zlepšenie činností a procesov údržby s cieľom dosiahnuť najlepšiu hodnotu hmotného majetku. Digitalizácia v údržbe zahŕňa údaje, znalosti a činnosti.

Oblasť inžinierstva údržby má byť zahrnutá ako jedna zo zainteresovaných strán v organizácii, aby bolo možné vhodne definovať požiadavky na digitalizáciu.

Inžinierstvo údržby má byť nositeľom základných kompetentností v oblasti digitálnych metód zlepšujúcich údržbu. Organizácia má definovať základné potrebné kompetentnosti.

Požiadavky na digitalizáciu kladené inžinierstvom údržby majú byť zosúladené s digitalizačnou vyspelosťou organizácie, aby sa zabezpečila realizovateľnosť a nákladová efektívnosť prechodu na digitalizáciu.

Ciele, vstupy a výstupy údržby definované v tabuľkách 1 až 7 je potrebné ďalej spracovať a analyzovať z hľadiska požiadaviek na digitalizáciu. To zahŕňa požiadavky na údaje, komunikáciu, metódy, softvérové a hardvérové nástroje, ako aj digitálne služby.

Metódy, analýzy a postupy uplatniteľné v inžinierstve údržby

V prílohe B norma prináša prehľad základných metód, analýz a postupov, ktoré sa uplatňujú v inžinierstve údržby. Zoznam obsahuje opis metód a odkaz na normy EN, ISO a IEC, v ktorých sú podrobnejšie opísané. Zoznam metód nie je úplný. Odkazy na normy sa týkajú najmä všeobecne platných noriem, a nie noriem špecifických pre jednotlivé odvetvia alebo objekty.

Uvedené metódy možno do určitej miery použiť vo všetkých etapách životného cyklu. Inžinierstvo údržby umožňuje určiť rozsah, v akom sa majú metódy používať, a na ktorú etapu sa vzťahujú. Práca s metódami si vyžaduje ich dobrý prehľad, znalosti a skúsenosti s ich používaním.

Tieto metódy môžu byť podporené nástrojmi založenými na údajoch a umelej inteligencii, ako sú digitálne dvojčatá, strojové učenie, používanie dronov a senzorov atď.

Návrh udržiavateľnosti v rámci inžinierstva údržby

Udržiavateľnosť sa výrazne určuje najmä v etape návrhu a zohráva dôležitú úlohu pri nákladoch životného cyklu objektu. Návrh (konštrukcia) zameraný na udržiavateľnosť možno definovať ako metodiku návrhu, v rámci ktorej by mal projektant uspokojiť potreby zainteresovaných strán v prevádzkovom kontexte s nasledovnými cieľmi:

- identifikácia a stanovenie priorít požiadaviek na údržbu;
- zvýšenie pohotovosti objektu skrátením času údržby;
- efektívna obnova objektu do jeho prevádzkového stavu;
- zníženie logistiky na podporu činností údržby a nákladov na životný cyklus;
- zjednodušenie a zvýšenie bezpečnosti činností údržby.

Zohľadnenie údržby objektov v procese návrhu môže znížiť alebo eliminovať náklady na údržbu, obmedziť údržbu a zlepšiť bezpečnosť. Flexibilita návrhu je najväčšia v etape koncepcie a návrhu a v tejto etape sú náklady na zmenu návrhu nízke. Čím bližšie k výrobným fázam, tým je menšia možnosť flexibility návrhu a náklady na zmenu návrhu bývajú veľmi vysoké.

Inžinier údržby by mal mať možnosť ovplyvňovať vstupy do etapy koncepcie a návrhu, aby zohľadnil požiadavky a procesy údržby. Na dosiahnutie týchto cieľov má projektant zohľadniť prevádzkový kontext, v ktorom bude zariadenie plniť svoje funkcie, a navrhnúť systém, ktorý bude podporovať zariadenie počas etáp jeho používania a likvidácie.

V tabuľke 3 je uvedených niekoľko dôležitých faktorov návrhu zameraného na udržiavateľnosť a ich výhod.

Tabuľka 3 - Návrh zameraný na udržiavateľnosť - vlastnosti a výhody

Faktor návrhu zameraného na udržiavateľnosť	Výhody
Jednoduchý prístup k údržbe objektov	<ul style="list-style-type: none"> - Zlepšená ergonómia, znížená únava pracovníkov údržby a väčšia bezpečnosť pri zásahoch - Zlepšená kvalita práce, zníženie času a nákladov na údržbu - Lepšia pohotovosť objektov a menej zranení
Žiadne alebo malé modifikácie komponentov a modulov	<ul style="list-style-type: none"> - Znížené náklady a čas na údržbu - Zlepšená pohotovosť zariadení - Menej špecifickej odbornej prípravy pracovníkov údržby
Rýchla a jednoduchá výmena komponentov a modulov	<ul style="list-style-type: none"> - Znížená únava pracovníkov údržby a väčšia bezpečnosť pri zásahoch - Zlepšená pohotovosť zariadení - Jednoduchšia identifikácia problému
Vyhnutie sa kritickým poruchám, komponentom a modulom s jednou možnosťou montáže	<ul style="list-style-type: none"> - Znížená pravdepodobnosť poruchy modulu/komponentu - Zlepšená bezporuchovosť a pohotovosť zariadení - Menej špecifickej odbornej prípravy pracovníkov údržby
Autodiagnostika alebo zabudované snímače a iné skúšobné indikátory na rýchle zistenie spôsobov poruchy	<ul style="list-style-type: none"> - Znížené náklady a čas na údržbu - Zlepšená pohotovosť zariadení - Zvýšená spokojnosť používateľov alebo zákazníkov
Žiadne alebo len málo špeciálnych nástrojov na údržbu	<ul style="list-style-type: none"> - Znížené investície na údržbu - Zvýšená spokojnosť používateľov alebo zákazníkov - Zníženie počtu nástrojov údržby
Návrh s použitím komerčných produktov alebo hotových komponentov, ak je to možné.	<ul style="list-style-type: none"> - Znížený počet náhradných dielcov na sklade - Znížené náklady a čas na údržbu - Znížené celkové náklady na zariadenie.
Zníženie počtu komponentov v konečnom návrhu na minimum	<ul style="list-style-type: none"> - Znížené celkové náklady na zariadenie - Zlepšená bezporuchovosť - Znížený počet náhradných dielcov na sklade

Tento kontrolný zoznam má všeobecný charakter a mal by sa prispôbiť a vyplniť pre každý projekt.

Záver

Pojem inžinierstvo údržby doteraz nebol v na Slovensku veľmi zaužívaný. Aj vďaka prekladu ďalšej normy, ktorá rozšíri dlhý rad noriem z oblasti údržby sa tento pojem stane známejším a súčasťou slovníka odborníkov na údržbu. Norma predstavuje inžinierstvo údržby ako oblasť, ktorá využíva kompetentnosti, metódy, techniky a nástroje na vývoj a podporu údržby s cieľom zaistiť, aby objekt údržby bol schopný vykonávať požadované funkcie bezpečným, udržateľným a nákladovo efektívnym spôsobom počas jeho celého životného cyklu.

Použitá literatúra

- [1] EN 17 485: 2021 EN 17666:2022 Maintenance - Maintenance engineering - Requirements. [Údržba — Inžinierstvo údržby — Požiadavky.]
- [2] EN 13306: 2017, Maintenance - Maintenance terminology [Údržba. Terminológia údržby.]

Autor

doc. Ing. Juraj Grenčík, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, SJF, KDMT

Univerzitná 1, 010 26 Žilina

Tel. +421 903 682 207, e-mail: juraj.grencik@fstroj.uniza.sk