



Role údržby v asset managementu

Materiály z **92. semináře** Odborného centra **Spolehlivost**
konaného dne **11. 2. 2025 v Praze**

Odborný garant semináře:
doc. Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D. – Technická fakulta ČZU



Obsah

Norma ISO 55001 ve vztahu ke klíčovým ukazatelům výkonnosti údržby	3
--	---

doc. Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.
Technická fakulta ČZU

Vzdělávání v údržbě – rozvoj pracovníků podle normy EN 15628	16
--	----

prof. Ing. Martin Pexa, Ph.D., Ing. Jan Hroch, doc. Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.
2x Česká společnost pro údržbu, Technická fakulta ČZU

Řízení rizik v údržbě ve vazbě na projektové řízení	28
---	----

Ing. Jaroslav Mrázek
Technická fakulta ČZU v Praze

Řešení asset managementu v ISŘÚ Patriot® 3.0	34
--	----

Michal Čupera
dataPartner s.r.o., České Budějovice)

Norma ISO 55001 ve vztahu ke klíčovým ukazatelům výkonnosti údržby

doc. Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.

Technická fakulta ČZU

1. Úvod

Správa fyzických aktiv, známá také jako asset management (management aktiv), se stává **klíčovým prvkem strategického řízení** organizací napříč různými sektory. Její význam spočívá v zajištění efektivního a udržitelného využívání technických zařízení a infrastruktury, přičemž hlavním cílem je optimalizace výkonu, nákladů a rizik během celého životního cyklu aktiv. Tento proces umožňuje organizacím zvyšovat konkurenceschopnost, prodlužovat životnost zařízení a snižovat provozní náklady.

Zatímco efektivní správa fyzických aktiv umožňuje organizacím optimalizovat výkon, náklady a rizika spojená s **celým životním cyklem** jejich zařízení, klíčovou roli při hodnocení a zlepšování těchto procesů hrají normy a ukazatele výkonnosti. Právě zde přichází do popředí norma ČSN EN 15341, která představuje strukturovaný rámec pro měření a porovnání výkonnosti údržby napříč různými odvětvími. Tato norma definuje sadu **klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI)**, které umožňují organizacím hodnotit efektivitu jejich údržbářských procesů a přijímat datově podložená rozhodnutí. Kromě toho poskytuje strukturovaný rámec pro porovnání výkonnosti napříč organizacemi a odvětvími.

Cílem tohoto článku je představit vztah mezi managementem aktiv a normou ČSN EN 15341, s důrazem na to, jak mohou organizace využít KPI pro zlepšení údržby a celkové správy aktiv. Tento vztah je klíčový pro pochopení role údržby jako strategického nástroje v **kontextu životního cyklu fyzických aktiv**.

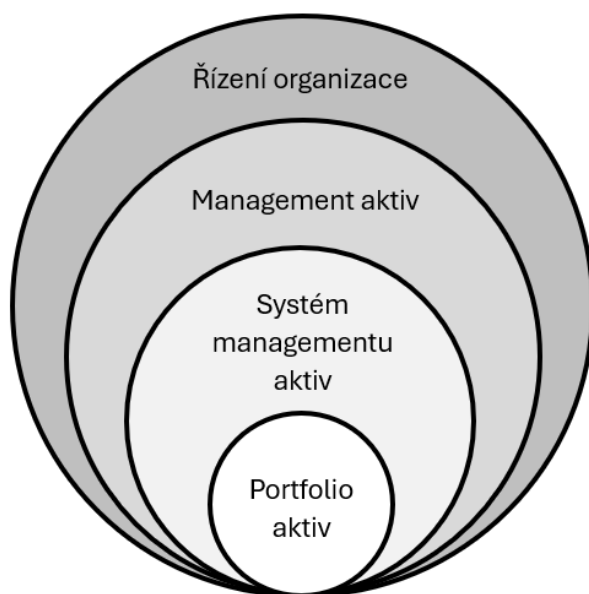
2. Důležitost managementu aktiv

Pro zavedení efektivního systému správy fyzických aktiv je **klíčové využití normy ISO 55001**, která poskytuje organizacím rámec a návod pro řízení aktiv v souladu s jejich strategickými cíli. Norma ISO 55001 má svůj **původ v normě PAS 55**, která byla vyvinuta Britským institutem pro standardy (BSI) a sloužila jako průkopnický standard v oblasti řízení fyzických aktiv [2]. Tento historický základ umožnil přenést osvědčené postupy a přístupy do globálního rámce ISO 55001, čímž se zvýšila její univerzálnost a uplatnitelnost. Implementace této normy vyžaduje **systematický přístup**, který začíná analýzou současného stavu správy aktiv v organizaci. Tato analýza zahrnuje identifikaci kritických aktiv, posouzení stávajících procesů a vyhodnocení jejich sladění s obchodními cíli. Na základě získaných poznatků se stanoví konkrétní cíle, jako je zlepšení spolehlivosti zařízení, snížení nákladů na údržbu nebo optimalizace rizik spojených s aktivy.

Dalším klíčovým krokem je vytvoření politiky správy aktiv. Tento strategický dokument definuje, jakým způsobem bude organizace řídit svá aktiva, aby maximalizovala jejich hodnotu. Politika musí být sladěna s celkovou strategií organizace a komunikována napříč všemi

úrovněmi, aby byla zajištěna podpora ze strany vedení i zaměstnanců. Zavedení **jasně definovaných procesů a struktur** pro řízení aktiv je dalším nezbytným krokem. To zahrnuje **plánování údržby, řízení rizik, monitorování výkonnosti a řízení změn**. Technologie, například systémy Enterprise Asset Management (EAM), hrají důležitou roli v efektivní správě dat a podpoře rozhodování na základě faktů. Obrázek 1 názorně ukazuje **hierarchii řízení organizace**, ve které je systém managementu aktiv klíčovou součástí propojující strategické řízení s konkrétním portfoliem aktiv. Tato struktura zdůrazňuje nutnost integrace správy aktiv do celkové strategie organizace, čímž se zajišťuje efektivní plnění cílů a optimalizace hodnoty aktiv. [4]

Implementace normy ISO 55001 není jednorázová činnost, ale **kontinuální proces**, který vyžaduje pravidelné hodnocení. Organizace musí průběžně sledovat výkonnost svého systému správy aktiv, identifikovat slabá místa a zaměřit se na jejich zlepšování. Interní audity a benchmarking pomáhají porovnávat výkonnost vůči standardům i ostatním organizacím, což přispívá ke zvyšování efektivity a konkurenceschopnosti. [4]



Obrázek 1 Vztah mezi klíčovými termíny [3]

Klíčové ukazatele výkonnosti hrají zásadní roli při implementaci a udržování systému správy aktiv. Umožňují měřit dosažený pokrok, sledovat efektivitu procesů a rychle identifikovat oblasti, které vyžadují zlepšení. Ukazatele, jako je **spolehlivost** zařízení (*MTBF*, *MTTR*), **nákladová efektivita** (náklady na údržbu na jednotku výkonu) nebo **environmentální výkonnost** (snížení environmentálních rizik), poskytují organizacím cenné informace pro strategické i operativní rozhodování. Implementace ISO 55001 tak podporuje efektivní řízení aktiv, přináší konkurenční výhodu a zajišťuje dlouhodobou udržitelnost organizace. Správně nastavený systém a měření výkonnosti pomocí KPI poskytují jasný směr, jak optimalizovat hodnotu aktiv v souladu s cíli organizace.

3. Role benchmarkingu v údržbě

Má-li být organizace správně a efektivně řízena, je zásadní nejen měřit **výsledky procesů údržby** fyzického majetku, ale také je porovnávat s výkony špičkových organizací, které jsou na úrovni **nejlepší světové praxe**. Porovnání s cílovými hodnotami poskytuje informace o naplnění vlastních standardů, ale benchmarking jde dále – umožňuje identifikovat mezery ve výkonnosti a inspirovat se nejlepšími dostupnými postupy. Následná implementace opatření ke zlepšení procesů údržby může organizacím přinést výrazné konkurenční výhody.

Benchmarking, který se poprvé objevil ve společnosti Xerox Corporation na počátku 80. let 20. století, je nástrojem strategického managementu. *Definovat jej lze jako nepřetržitý a systematický proces porovnávání a měření produktů, procesů a metod vlastní organizace s těmi, které byly uznány za etalon výkonnosti.* Smyslem je nejen **definovat cíle** zlepšení vlastních aktivit, ale i nalézt způsoby, jak tyto cíle efektivně dosáhnout. Benchmarking tak organizacím umožňuje zjistit jejich pozici na trhu, identifikovat silné a slabé stránky a systematicky se zlepšovat.

Klíčovým aspektem benchmarkingu je zaměření na **kontinuální zlepšování**, nikoliv pouze na udržování současného stavu. Tento přístup klade důraz na učení se od společností, které dosáhly vysoké úrovně výkonnosti, tzv. „*best practice*“. Tyto společnosti nemusí být vždy přímými konkurenty nebo se vyskytovat pouze v rámci konkrétního regionu; jejich příklady mohou pocházet z různých koutů světa. Klíčové je shromažďování relevantních informací, které umožní organizacím adaptovat osvědčené postupy na své specifické podmínky a dosáhnout zlepšení výkonnosti.

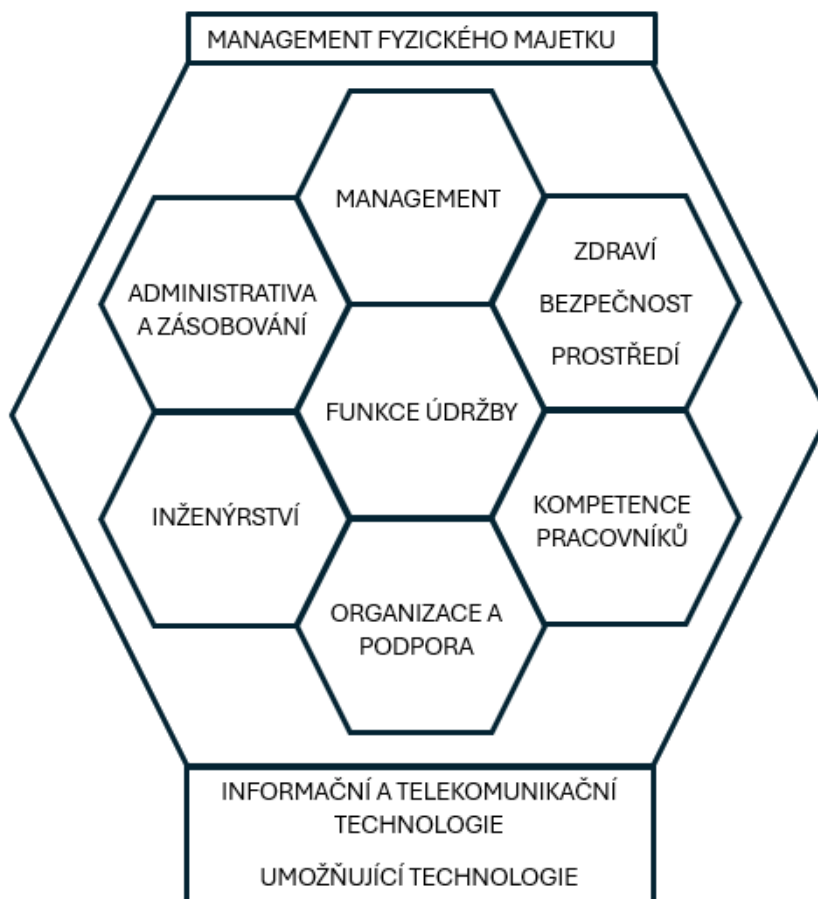
Organizace, které chtějí dosahovat **špičkové výkonnosti v oblasti údržby**, musí aktivně **vyhledávat a využívat externí informace**. Ignorování těchto příležitostí může vést k zaostávání za konkurencí a ztrátě pozice na trhu. Výzkumy zároveň ukazují, že významné inovace v mnoha průmyslových odvětvích pocházejí z vnějšku. Společnosti, které tyto inovace dokážou efektivně přizpůsobit svým potřebám, získávají nejen konkurenční výhodu, ale také zajišťují dlouhodobou udržitelnost svých provozních procesů. [1]

Zavedení benchmarkingu v oblasti údržby je proto zásadní součástí moderního přístupu k managementu aktiv. Umožňuje nejen porozumět vlastní výkonnosti v širším kontextu, ale také inspirovat se inovacemi a postupy, které mohou být klíčové pro zvýšení efektivity, snížení nákladů a zajištění spolehlivosti zařízení.

Integrovaný přístup k údržbě fyzického majetku zahrnuje klíčové funkce a disciplíny spojené s efektivním řízením a správou. Tento rámec zdůrazňuje potřebu propojení jednotlivých činností údržby za podpory moderních technologií, jako jsou informační a komunikační technologie (ICT), a jejich přínos k dosažení cílů údržby v souladu s principy Průmyslu 4.0. [3]

Centrální část schématu na obrázku 2 tvoří „**Funkce údržby**“, které se skládají z šesti dílčích oblastí: *managementu, zdraví, bezpečnosti a prostředí, kompetence pracovníků, organizace a podpory, inženýrství a administrativy a zásobování*. Tyto funkce jsou doplněny o *metodiku managementu fyzického majetku a využívání ICT technologií*, které zajišťují efektivní provoz a

plánování. Celý systém podporuje životní cyklus fyzického majetku tím, že umožňuje **prevenci poruch, opravy, optimalizaci zdrojů a prodlužování životnosti zařízení** při zachování požadované úrovně výkonu. [5]



Obrázek 2 Funkce údržby a základní rámec [5]

Ovlivňující faktory benchmarkingu údržby lze rozdělit na **externí a interní**, jak je uvedeno na obrázku 3. Mezi **externí faktory** patří umístění, tedy geografické a environmentální podmínky, společenská kultura a zvyklosti, národní politiky zaměstnanosti a náklady na ně, ale také ekonomické vlivy, jako je trh nebo inflace. Důležitou roli hrají zákony a nařízení, specifika jednotlivých odvětví, očekávání a požadavky zainteresovaných stran, dostupnost technologií a podmínky prostředí, jako jsou klimatické nebo fyzické vlivy. Tyto faktory jsou obvykle mimo kontrolu organizace, ale mají přímý dopad na její schopnost efektivně spravovat údržbu.

Interní faktory jsou více ovlivnitelné samotnou organizací. Patří sem kultura organizace, její rozsah, strategické a operativní cíle, ale také kritičnost fyzického majetku a jeho stáří. Důležitá je i závažnost a složitost procesů, sortimentní skladba, rozsah a technologická náročnost majetku nebo míra jeho využití. Tyto faktory poskytují referenční rámec pro pochopení, jak je údržba v daném prostředí řízena. Při benchmarkingu je nezbytné tyto vlivy zohlednit, aby bylo dosaženo objektivního a homogenního hodnocení, které přinese užitečné výstupy pro zlepšení procesů.



Obrázek 3 Externí a interní ovlivňující faktory pro benchmarking [5]

4. Implementace benchmarkingu v oblasti údržby

Proces implementace benchmarkingu je **systematický postup** zaměřený na zjištění, porovnání a zlepšení výkonu procesů. V oblasti údržby hmotného majetku lze benchmarking aplikovat podle předem definovaného postupu.

Prvním krokem je **stanovení oblasti, kterou je třeba podrobit benchmarkingu**, což zahrnuje identifikaci slabých stránek a problémových míst. Vrcholové vedení nebo manažer údržby definuje **klíčové ukazatele**, které budou předmětem porovnávání. Tyto indikátory by měly odrážet hlavní charakteristiky procesů a jejich výstupů a měly by být relevantní z hlediska potřeb zákazníků. Například v údržbě lze sledovat ukazatele, jako je spolehlivost zařízení, doba trvání oprav nebo náklady na údržbu.

Dále je nutné určit, **s kým bude porovnávání prováděno**. Benchmarking může být zaměřen **externě**, kdy organizace porovnává své výsledky s výkony jiných podniků, nebo **interně**, mezi jednotlivými útvary nebo v rámci časových řad. Vhodnými partnery mohou být přímí konkurenti nebo organizace uznávané za špičku v dané oblasti. Výběr partnera by měl být strategicky zacílen na subjekty, jejichž výsledky poskytují inspiraci pro zlepšení.

Údaje o výkonnosti procesů a potřebách zákazníků se shromažďují prostřednictvím přímých zdrojů informací, průzkumů, rozhovorů, osobních kontaktů nebo odborné literatury. Důležitým aspektem tohoto kroku je **navázání spolupráce s vybranými partnery** a dohoda o provedení benchmarkingu. Tento krok zahrnuje i vytvoření jasných pravidel pro sdílení a analýzu dat.

Shromážděné údaje se poté **uspořádají a analyzují**, aby bylo možné **stanovit cíle zlepšování na základě nejlepší praxe**. Analýza se zaměřuje na identifikaci mezer mezi současnými výsledky organizace a výkony benchmarkovaných subjektů. Největší rozdíly, které ukazují na

oblasti s potenciálem pro zlepšení, představují příležitosti ke zvýšení efektivity, kvality a spolehlivosti údržbářských procesů. Orientační porovnání by mělo být pravidelně opakováno, aby benchmarking nepředstavoval jednorázovou aktivitu, ale **kontinuální proces zlepšování**. Na základě zjištěných příležitostí se připraví a vyhlásí realizace projektů zlepšování. Tyto projekty musí mít podporu vrcholového vedení, které zároveň monitoruje dosažené výsledky a jejich dopad na výkonnost organizace. Výstupy benchmarkingu by měly být přímo propojeny s dlouhodobou strategií organizace a reflektovat možné budoucí trendy a změny u konkurence. [6, 7, 8, 9]

Tento přístup plně platí i pro procesy údržby hmotného majetku. Cílem je nejen zvyšovat efektivitu a výkonnost procesů, ale také zajistit, aby organizace dlouhodobě obstála v konkurenčním prostředí. V oblasti managementu údržby se tak benchmarking stává klíčovým nástrojem pro zlepšování procesů a implementaci osvědčených postupů.

5. Hlavní oblasti klíčových ukazatelů údržby

Klíčové ukazatele výkonnosti (KPI) v oblasti údržby jsou nezbytným nástrojem pro hodnocení efektivity a účinnosti procesů spojených se správou fyzických aktiv. Umožňují organizacím měřit dosažené výsledky, identifikovat slabá místa a cíleně zlepšovat provozní výkonnost a spolehlivost zařízení. Tyto ukazatele zahrnují široké spektrum oblastí, od plánování a realizace údržby, přes řízení nákladů, až po zajištění bezpečnosti a udržitelnosti. Správně nastavené KPI podporují strategické i operativní řízení tím, že poskytují data potřebná pro kvalifikované rozhodování a optimalizaci zdrojů. Přehled oblastí hlavních ukazatelů a jejich zaměření je uveden v Tabulce 1, která popisuje klíčové funkce a oblasti údržby. [5]

1. Údržba v rámci managementu fyzického majetku (PHA)

KPI zaměřené na oblast **Údržby v rámci managementu fyzického majetku (PHA)** se soustředí na strategické řízení a efektivní správu fyzických aktiv organizace s cílem zajistit jejich dlouhodobou spolehlivost, efektivitu a udržitelnost. Tyto ukazatele měří schopnost organizace optimalizovat výkon zařízení, minimalizovat provozní náklady a maximalizovat návratnost investic do údržby a obnovy majetku. Klíčovou roli hraje hodnocení vlivu údržby na podporu udržitelného rozvoje, například prostřednictvím snižování environmentální zátěže nebo optimalizace energetické náročnosti. [5]

Jedním z důležitých aspektů těchto KPI je hodnocení **kapitálové náročnosti zařízení**, které zohledňuje reprodukční hodnotu fyzického majetku a finanční zdroje potřebné pro jeho udržení a obnovu. Měří se také **míra využití výrobní kapacity**, která reflektuje efektivitu využívání zařízení při dodržení požadovaných technických standardů. Součástí hodnocení je také **míra reprodukce**, která ukazuje schopnost organizace zajistit dlouhodobou funkčnost zařízení prostřednictvím dostupnosti náhradních dílů, modernizace a dalších zdrojů.

KPI v této oblasti rovněž sledují **dopad údržby na celkový výkon organizace**, například prostřednictvím hodnocení provozní pohotovosti zařízení, efektivity realizace údržbářských plánů nebo schopnosti rychle reagovat na neplánované události. Tyto ukazatele pomáhají organizaci **identifikovat klíčová slabá místa** a cíleně investovat do oblastí, které mají největší vliv na zvýšení spolehlivosti zařízení a provozní efektivity.

Důraz je kladen také na dlouhodobé strategické plánování, které zahrnuje začlenění potřeb údržby do strategického řízení organizace. Sledují se například **záležitosti nebo projekty údržby zahrnuté do strategického plánu**, což umožňuje lépe sladit provozní cíle s dlouhodobými investičními prioritami. Tyto ukazatele pomáhají organizaci zajistit, aby její údržbové aktivity byly plně integrovány do celkové strategie správy majetku.

Tyto klíčové ukazatele organizace bezprostředně ovlivňují zvyšování výkonnosti jejího fyzického majetku, zajištění jeho dlouhodobé udržitelnosti a optimalizaci provozních procesů. KPI v oblasti PHA poskytují klíčová data pro rozhodování, podporují strategické plánování a pomáhají organizacím efektivně dosahovat jejich provozních, ekonomických a environmentálních cílů. Celkově tyto ukazatele umožňují **lépe řídit životní cyklus majetku**.

2. Zdraví – Bezpečnost – Prostředí (HSE)

KPI zaměřené na oblast **zdraví, bezpečnosti a prostředí (HSE)** se komplexně zabývají zajištěním bezpečných pracovních podmínek, **minimalizací rizik spojených s údržbou** a ochranou zaměstnanců i životního prostředí. Tyto ukazatele pokrývají širokou škálu činností, od monitorování shody s právními předpisy a normami až po **analýzu bezpečnostních incidentů**, četnosti a závažnosti pracovních úrazů. Důležitým aspektem HSE KPI je **sledování preventivních opatření** a jejich efektivita, například prostřednictvím zavádění bezpečnostních školení, používání ochranných pomůcek nebo pravidelných kontrol pracovních procesů. [5]

Kromě ochrany zaměstnanců a majetku se HSE KPI zaměřují i na minimalizaci dopadů na životní prostředí, což zahrnuje sledování environmentálních postupů, prevenci ekologických škod a řízení rizik spojených s provozem zařízení. Součástí těchto ukazatelů je také **podpora kultury bezpečnosti v organizaci**, která zahrnuje zapojení zaměstnanců do preventivních iniciativ, pravidelné audity a posilování odpovědnosti za bezpečné chování na pracovišti.

Na základě těchto ukazatelů mohou organizace pravidelně vyhodnocovat svou výkonnost v oblasti **zdraví, bezpečnosti a ochrany prostředí**, identifikovat slabá místa a implementovat zlepšovací opatření. HSE KPI tak přispívají nejen k ochraně lidského zdraví a životního prostředí, ale také ke zvýšení důvěry zaměstnanců a dalších zainteresovaných stran v bezpečnostní kulturu organizace. Celkově podporují dlouhodobou udržitelnost provozu a umožňují efektivnější řízení rizik v souladu s moderními standardy a očekáváními společnosti.

3. Management údržby (M)

KPI zaměřené na oblast **Managementu údržby (M)** se soustředí na efektivní řízení a plánování všech procesů spojených s údržbou fyzického majetku, s cílem zajistit spolehlivost zařízení, minimalizovat výpadky a optimalizovat náklady. Tyto ukazatele sledují strategické aspekty, jako je **kvalita plánování údržby**, využití zdrojů a míra realizace preventivních a prediktivních opatření. Klíčovou roli hraje také technické posouzení zařízení, které umožňuje **identifikovat potenciální problémy** ještě předtím, než dojde k poruchám, což přispívá k zajištění plynulého provozu a vyšší efektivitě. [5]

Tabulka 1 Matice indikátorů KPI údržby [5]

Dílčí funkce, nástroje a metodiky	Indikátory KPI	Hlavní oblasti (počet ukazatelů)			
Údržba v rámci managementu fyzického majetku	<i>PHA</i>	Udržitelný rozvoj (3)	Kapacita (8)	Úroveň služby (2)	Ekonomie (7)
Dílčí funkce 1: Zdraví – Bezpečnost – Prostředí	<i>HSE</i>	Shoda se zákony a pravidly (3)	Statistické záznamy (7)	Bezpečné praktiky (5)	Prevence a zlepšování (5)
Dílčí funkce 2: Management údržby	<i>M</i>	Strategie (3)	Funkce (7)	Technické posouzení (6)	Neustálé zlepšování (6)
Dílčí funkce 3: Kompetence pracovníků	<i>P</i>	Manažer údržby (3)	Mistr údržby/inženýr údržby (6)	Mechanik údržby (3)	Vzdělávání (7)
Dílčí funkce 4: Inženýrství údržby	<i>Ei</i>	Způsobilost Kritičnost (3)	Vytrvalost (6)	Preventivní údržba (7)	Zlepšování inženýrství (3)
Dílčí funkce 5: Organizace a podpora	<i>O&S</i>	Struktura a podpora (8)	Plánování a řízení (9)	Efektivnost a produktivita (14)	Kvalita (2)
Dílčí funkce 6: Administrativa a zásobování	<i>A&S</i>	Ekonomie (6)	Rozpočet a řízení (12)	Služby zajišťované outsourcingem (5)	Materiály a náhradní díly (4)
Informační a komunikační technologie	<i>ICT</i>	Management (6)	Administrativa a zásobování (4)	Organizace a podpora (3)	Inženýrství (7)

Součástí těchto KPI je rovněž hodnocení neustálého zlepšování procesů údržby. Organizace sledují, jak účinně implementují nové technologie, inovace a optimalizační opatření, aby mohly zvýšit produktivitu a spolehlivost zařízení. Zohledňují také efektivitu oprav a údržbářských zásahů, včetně doby odezvy na neplánované poruchy a časového harmonogramu plánovaných odstávek.

Tyto ukazatele rovněž hodnotí finanční stránku údržby, například míru využití rozpočtu na údržbu nebo návratnost investic do modernizace zařízení. Sledují **poměr nákladů na preventivní údržbu a údržbu po poruše**, aby organizace mohly **lépe alokovat zdroje** a snižovat celkové provozní náklady. KPI v této oblasti zahrnují také školení a rozvoj dovedností údržbářských týmů, což má zásadní vliv na kvalitu prováděných prací a jejich dopad na provoz zařízení.

Díky těmto ukazatelům mohou organizace **systematicky řídit údržbu**, zvyšovat provozní spolehlivost a zlepšovat dlouhodobou výkonnost svého majetku. KPI v oblasti managementu údržby podporují strategické plánování, identifikaci slabých míst a zavádění opatření, která

přispívají ke snížení rizik, vyšší efektivitě a udržitelnosti provozu. Celkově umožňují organizacím lépe naplňovat své cíle, ať už jde o ekonomické, ekologické nebo provozní aspekty správy majetku.

4. Kompetence pracovníků (P)

KPI zaměřené na oblast **Kompetencí pracovníků (P)** hodnotí znalosti, dovednosti a **odbornou způsobilost pracovníků** zapojených do údržbářských procesů, které jsou klíčové pro zajištění efektivního a bezpečného provozu. Tyto ukazatele sledují úroveň školení, kvalifikaci a schopnost zaměstnanců řešit technické problémy a implementovat **preventivní i nápravná opatření**. Zaměřují se také na rozsah a kvalitu vzdělávacích programů, které podporují zvyšování odbornosti a adaptaci na nové technologie a metody údržby. [5]

Významnou součástí je hodnocení účinnosti školení, která pomáhají zaměstnancům osvojit si **specifické postupy a používat moderní nástroje údržby**. Organizace monitorují míru účasti na školeních, dosažené výsledky a jejich přímý dopad na kvalitu údržbářských zásahů. Ukazatele rovněž zohledňují **rozvoj měkkých dovedností**, jako jsou schopnosti týmové spolupráce, komunikace a efektivního plánování.

Dalším klíčovým aspektem těchto KPI je sledování efektivity týmové práce a využití dovedností jednotlivých členů týmů v reálných situacích. Hodnotí se například schopnost pracovníků předcházet poruchám, řešit neplánované události nebo navrhnout zlepšení údržbářských procesů. Tyto ukazatele umožňují identifikovat nedostatky v kompetencích a cíleně investovat do rozvoje zaměstnanců, aby se zvýšila celková produktivita a kvalita práce.

Kompetence pracovníků mají přímý dopad na spolehlivost zařízení i na efektivitu provozu. Sledují se také faktory jako **certifikace zaměstnanců**, úroveň zkušeností a schopnost přizpůsobit se měnícím se technologickým a provozním požadavkům. Tyto ukazatele poskytují organizaci podklady pro optimalizaci plánování zdrojů, zlepšování pracovních podmínek a **budování kultury neustálého zlepšování**.

Díky těmto ukazatelům mohou organizace identifikovat klíčové oblasti pro rozvoj a **posilovat odborné dovednosti svých zaměstnanců**, čímž zajišťují efektivnější údržbu, vyšší bezpečnost a dlouhodobou spolehlivost provozu. Kompetence pracovníků jsou tak nedílnou součástí strategického řízení údržby, které přispívá k dosažení provozních, ekonomických i environmentálních cílů organizace.

5. Inženýrství údržby (Ei)

KPI zaměřené na oblast **Inženýrství údržby (Ei)** hodnotí technické procesy a inženýrské přístupy používané ke zvýšení spolehlivosti a efektivity fyzického majetku. Tyto ukazatele sledují schopnost organizace implementovat preventivní a prediktivní metody údržby, které minimalizují výskyt poruch a prodlužují životnost zařízení. Zahrnují také hodnocení způsobilosti zařízení, například jeho **provozní pohotovosti a kritičnosti**, což umožňuje lépe **řídit priority údržby** a efektivně alokovat zdroje. [5]

Důležitým aspektem těchto KPI je hodnocení technických analýz a **technické diagnostiky zařízení**. Organizace sledují efektivitu nástrojů a metod používaných k identifikaci potenciálních problémů, včetně využití moderních technologií, jako jsou **senzory, IoT a prediktivní analytika**. Tyto ukazatele měří, jak účinně inženýrské procesy podporují optimalizaci provozu a snižování nákladů na údržbu.

Součástí je také hodnocení implementace technických inovací a zlepšení v rámci údržbářských procesů. KPI sledují například úspěšnost **zavádění nových materiálů, technologií a postupů**, které přispívají ke zvýšení provozní spolehlivosti a bezpečnosti zařízení. Měří se rovněž schopnost organizace reagovat na měnící se technologické požadavky a adaptovat se na nové standardy v oblasti inženýrství údržby.

Dalším klíčovým ukazatelem je efektivita plánování preventivní údržby, která zahrnuje plánování pravidelných inspekcí, testování a výměny komponent zařízení. Tento přístup umožňuje **minimalizovat riziko havarijních poruch a maximalizovat pohotovost zařízení**. Inženýrství údržby se rovněž zaměřuje na optimalizaci návrhu zařízení a infrastruktury s cílem snížit jejich energetickou náročnost.

Díky těmto ukazatelům mohou organizace **hodnotit technické procesy údržby** a identifikovat oblasti, kde je možné dosáhnout zlepšení. KPI v oblasti inženýrství údržby podporují strategické plánování, efektivní využití zdrojů a zavádění inovací, které přispívají ke zvýšení spolehlivosti zařízení, snížení nákladů a dosažení dlouhodobé udržitelnosti provozu. Celkově tyto ukazatele pomáhají organizacím dosahovat vyšší výkonnosti a efektivity v řízení údržby.

6. Organizace a podpora (O&S)

KPI zaměřené na oblast **Organizace a podpora (O&S)** hodnotí efektivitu řízení a organizace údržbářských procesů, stejně jako kvalitu podpůrných systémů, které zajišťují hladký a spolehlivý provoz fyzického majetku. Tyto ukazatele sledují, jak dobře organizace plánuje a řídí **preventivní údržbu i údržbu po poruše**, včetně **alokace zdrojů**, dodržování harmonogramů a reakční doby na neplánované události. Klíčovou roli hraje také koordinace týmů a efektivita komunikace mezi jednotlivými odděleními. [5]

Důležitou součástí těchto KPI je **měření produktivity a výkonnosti údržbářských týmů**. Sledují se ukazatele, jako je čas věnovaný jednotlivým údržbovým činnostem, využití pracovní síly a efektivita oprav. Tyto údaje umožňují organizacím identifikovat slabá místa, optimalizovat pracovní procesy a zvyšovat efektivitu. Zároveň se hodnotí kvalita prováděných prací, například úspěšnost oprav při prvním zásahu nebo míra opakovaných poruch po údržbě.

Podpora údržby zahrnuje také správu technické dokumentace, řízení skladových zásob a dostupnost náhradních dílů. KPI sledují, jak efektivně organizace spravuje tyto klíčové zdroje, aby minimalizovala prostoje a zajistila plynulý chod provozu. Správná organizace zásob a jejich včasná dostupnost jsou klíčové pro **minimalizaci prostojů v údržbě**.

Dalším důležitým aspektem je hodnocení kvality používaných nástrojů a systémů pro řízení údržby. Patří sem například systémy pro plánování a evidenci údržby, které podporují

transparentnost, sledování výkonu a efektivní rozhodování. Tyto KPI zahrnují také **hodnocení pravidelných kontrol a auditů**, které zajišťují, že procesy údržby probíhají v souladu s normami a standardy organizace.

Díky těmto ukazatelům mohou organizace průběžně hodnotit a zlepšovat řízení údržby a její podporu. KPI v oblasti organizace a podpory zajišťují, že procesy údržby jsou dobře organizované, efektivní a spolehlivé. Celkově tyto ukazatele přispívají k minimalizaci prostoje, snížení nákladů a zajištění dlouhodobé udržitelnosti a spolehlivosti fyzického majetku.

7. Administrativa a zásobování (A&S)

KPI zaměřené na oblast **Administrativy a zásobování (A&S)** sledují efektivitu administrativních procesů a řízení zásob v rámci údržby fyzického majetku. Tyto ukazatele se zaměřují na **zajištění hladkého toku informací**, optimalizaci nákladů a efektivní správu skladových zásob. Hodnotí, jak organizace spravuje klíčové administrativní úkoly, jako je plánování údržby, **vedení záznamů o údržbářských zásazích** a monitorování nákladů spojených s provozem a opravami zařízení. [5]

Správa skladových zásob je klíčovou součástí těchto KPI. Sleduje se dostupnost náhradních dílů, efektivní využití skladových prostor a míra včasného dodání potřebných komponent pro údržbu. Organizace analyzují ukazatele, jako je obrat zásob, skladová zásoba v poměru k provozním potřebám a náklady na udržování zásob. Tyto ukazatele pomáhají minimalizovat náklady na skladování a zároveň zajistit, že potřebné díly a materiály jsou k dispozici, když jsou potřeba.

V oblasti administrativy KPI zahrnují také hodnocení efektivity plánovacích nástrojů a systémů pro správu údržby, například softwarů pro správu majetku a údržbářských činností (CMMS). Tyto systémy zajišťují přesné vedení záznamů, transparentnost procesů a podporují rozhodování založené na datech. Hodnotí se také přesnost a aktuálnost dokumentace, například technických manuálů, pracovních protokolů a bezpečnostních záznamů, které jsou nezbytné pro efektivní provádění údržby.

Součástí těchto KPI je také hodnocení nákladové efektivity údržbářských činností, včetně **analýzy nákladů na materiály, externí služby a personální zdroje**. Organizace sledují ukazatele, jako je podíl externích dodavatelů na celkových nákladech na údržbu, efektivita smluvních vztahů a jejich přínos pro optimalizaci procesů.

Pomocí těchto ukazatelů mohou organizace zajistit, že jejich administrativní a zásobovací procesy jsou dobře řízené, nákladově efektivní a podporují celkovou výkonnost údržby. KPI v oblasti administrativy a zásobování umožňují optimalizovat zdroje, minimalizovat prostoje a zajistit spolehlivost zařízení, čímž přispívají k dlouhodobé udržitelnosti a efektivitě provozu.

8. Informační a komunikační technologie, umožňující technologie (ICT)

KPI zaměřené na oblast **Informačních a komunikačních technologií (ICT)** a **umožňujících technologií** hodnotí efektivitu a přínos technologických systémů podporujících správu a údržbu fyzického majetku. Tyto ukazatele sledují, jak organizace využívá digitální nástroje, software a moderní technologie ke zlepšení plánování, monitorování a realizace údržbářských činností. Důraz je kladen na efektivitu systémů, jako jsou systémy pro správu údržby (CMMS), integrační platformy a analytické nástroje, které umožňují rychlé a přesné rozhodování. [5]

Důležitou součástí těchto KPI je sledování efektivity **datové správy**. Hodnotí se kvalita shromažďovaných dat, jejich přesnost, dostupnost a způsob, jakým jsou využívána pro **prediktivní analýzy a optimalizaci údržby**. KPI zahrnují také měření míry digitalizace procesů, například přechod od papírové dokumentace k digitálním záznamům, což zajišťuje lepší přehled a dostupnost informací.

Tyto ukazatele dále sledují implementaci **moderních technologií**, jako jsou senzory IoT, RFID, aplikace pro sběr velkého množství dat, které umožňují prediktivní a proaktivní přístup k údržbě. Měří se například schopnost organizace identifikovat potenciální problémy ještě před jejich vznikem, což minimalizuje výpadky a zvyšuje spolehlivost zařízení. Klíčovým ukazatelem je také **dostupnost a spolehlivost ICT infrastruktury**, která podporuje nepřetržitý provoz a efektivní komunikaci mezi týmy.

Dalším důležitým aspektem je hodnocení přínosu ICT pro **zlepšování procesů** údržby. To zahrnuje například sledování času potřebného na zpracování údržbářských požadavků, přesnost plánování nebo efektivitu sdílení informací mezi různými odděleními. KPI hodnotí také schopnost technologií zvyšovat transparentnost procesů a poskytovat detailní přehled o výkonu zařízení a efektivitě prováděných opatření.

Prostřednictvím těchto ukazatelů mohou organizace zlepšovat technologické a datové procesy podporující údržbu, zvyšovat efektivitu práce a zajišťovat lepší využití zdrojů. KPI v oblasti ICT a umožňujících technologií podporují zavádění inovací, zlepšují rozhodování a přispívají k dlouhodobé spolehlivosti a udržitelnosti provozu organizace. Celkově tyto technologie hrají klíčovou roli v moderním řízení údržby, umožňují efektivní komunikaci a podporují digitální transformaci organizací.

6. Závěr

Příspěvek popisuje důležitost efektivní správy fyzických aktiv jako klíčového strategického nástroje pro zajištění dlouhodobé udržitelnosti a optimalizace výkonu organizací. Vysvětluje, jak norma ISO 55001 poskytuje **strukturovaný rámec pro implementaci procesů správy aktiv**, které pomáhají sladit provozní činnosti s celkovými strategickými cíli. Klíčové ukazatele výkonnosti (KPI) v tomto procesu hrají zásadní roli, protože umožňují měřit dosažené výsledky, monitorovat efektivitu jednotlivých činností a rychle identifikovat oblasti vyžadující zlepšení. Správně nastavené **KPI pomáhají zvyšovat pohotovost zařízení, snižovat provozní náklady a optimalizovat zdroje**, čímž podporují strategické rozhodování na základě dat.

Příspěvek zároveň upozorňuje na význam integrace managementu aktiv do širší strategie organizace. Pouze **propojení údržbářských aktivit s dlouhodobými investičními plány** a cíli organizace může zajistit, že fyzická aktiva budou přinášet maximální hodnotu při minimálních rizicích. Implementace moderních technologií, jako jsou systémy pro správu majetku (EAM) nebo prediktivní diagnostika, hraje v tomto procesu klíčovou roli. Tyto technologie podporují rychlejší a informovanější rozhodování, což umožňuje efektivnější správu životního cyklu aktiv.

7. Použitá literatura

- [1] ALEŠ, Zdeněk, Václav LEGÁT. Benchmarking údržby – projekt podpořený Ministerstvem průmyslu a obchodu. In: Středoevropské fórum údržby 2017: sborník mezinárodní odborné konference. Konferenční centrum AV ČR - zámek Liblice: Česká společnost pro údržbu, 2017, s. 42-48. ISBN 978-80-213-2781-8.
- [2] CAMPBELL, J., JARINDE, A. a MCGLYNN, J. *Asset Management Excellence*. Boca Raton: CRC Press, 2011. ISBN 978-0-420-91245-0.
- [3] ČSN ISO 55000:2015 - Management aktiv – Přehled, zásady a terminologie. Praha: Český normalizační institut, 2024.
- [4] ČSN ISO 55001:2015 - Management aktiv – Systémy managementu – Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2024.
- [5] ČSN EN 15341+A1:2022 - Údržba – Klíčové indikátory výkonnosti údržby. Praha: Český normalizační institut, 2022.
- [6] KAPLAN, Robert S. a David P. NORTON. *Balanced Scorecard: strategický systém měření výkonnosti podniku*. 5. vyd. Přeložil Marek ŠUSTA. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-177-5.
- [7] NENADÁL, Jaroslav, David VYKYDAL a Petra HALFAROVÁ. *Benchmarking: mýty a skutečnost: model efektivního učení se a zlepšování*. Praha: Management Press, 2011. ISBN 9788072612246.
- [8] PAČAIOVÁ, Hana, Juraj GREŇČÍK a Václav LEGÁT. *Maintenance effectiveness and its performance measurement methods*. MaintWorld. Helsinky, Finland: KP-Media Oy, 2011, 2011(4), 10 - 15. ISSN 1798-7024.
- [9] PARMENTER, David. *Klíčové ukazatele výkonnosti: rozvíjení, implementování a využívání vítězných klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI)*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 978-80-02-02083-7.

Poděkování

Článek vznikl za podpory Technologické agentury České republiky TAČR – projekt FW06010124 – Prediktivní údržba strojních zařízení s využitím statistických a provozních dat v rámci Průmyslu 4.0, interní číslo ČZU 2023: 31190/1414/4134.

Kontakt

doc. Ing. Zdeněk Aleš, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, katedra jakosti a spolehlivosti strojů,
Kamýcká 129, 165 21 Praha – Suchbát

Tel.: +420-22-438-3268, E-mail: ales@tf.czu.cz

Vzdělávání v údržbě – rozvoj pracovníků podle normy EN 15628

Martin Pexa, Jan Hroch, Zdeněk Aleš

Technická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze

Česká společnost pro údržbu

Abstrakt

Tento příspěvek se zaměřuje na kvalifikaci pracovníků v údržbě. Potřeba vzdělaného personálu stále narůstá ve všech oblastech lidské činnosti a údržbu nevyjímaje zvláště pak, když údržba představuje nejen činnosti technické, ale také manažerské a administrativní. Příspěvek se zaměřuje na možnost získání vysokoškolského vzdělání, které je možné ve studijním programu Inženýrství údržby a je nabízeno Technickou fakultou České zemědělské univerzity v Praze a to jak 3 leté bakalářské, tak 2 leté navazující magisterské studium. Pro zájemce je k dispozici i doktorský studijní program. Pokud je třeba vzdělat personál rychle a v dílčích oblastech, tak jsou k dispozici kurzy a semináře, které nabízí Česká společnost pro údržbu. V obou vzdělávacích centrech se obsah výuky opírá o požadavky, které definuje pro oblast údržby Evropská federace národních společností pro údržbu (EFNMS) v mezinárodní normě – ČSN EN 15628 - [Údržba – kvalifikace pracovníků údržby](#).

Úvod

Současné období vývoje industriální společnosti ve vyspělých zemích světa lze jednoznačně charakterizovat prudkým úbytkem potřeby nekvalifikovaných pracovníků a zároveň růstem poptávky po technicky kvalifikované pracovní síle.

Údržba je činností značně komplexní zahrnující nejen práce technické, ale také manažerské a ekonomické. V současné době známá výzva Průmysl 4.0 pronikla i do oblasti údržby a běžně se užívá pojem „Údržba 4.0“. Údržba tak jde s moderní dobou, která preferuje zapojení automatického řízení a mechatroniky do konstrukce a řízení strojů a technické diagnostiky vedoucí k prediktivní údržbě. (6) Aby mohla údržba pracovat, jsou už dnes pro údržbu zcela běžné znalosti ze strojírenské a zpracovatelské technologie, která má velmi blízko k materiálovému inženýrství a materiálům obecně. Volba použitých materiálů, systému údržby atd. je do značné míry i činností ekonomickou, kdy je třeba najít optimální řešení. Nové řešení údržby je pak implementováno do projektů a výrobních systémů, které podnik rekonstruuje nebo nově zavádí. Napláňovat údržbu tak, aby proběhla bez problémů a v co nejkratším čase je například v jaderném průmyslu časově náročné čítající i roky příprav.

Oblasti činnosti personálu údržby jsou tedy značně široké a proto je vytvořeno rámcové zaměření pracovníků v údržbě, které je přímo vytvořeno Evropskou federací národních společností pro údržbu (1). Tato federace se v rámci svých odborných skupin zaměřuje též na vzdělávání a jeho rozvoj. Za tímto účelem jsou vytvářeny také týmy, které i v rámci dotačních titulů pracují na stanovení rámcových vzdělávacích oblastí pro pracovníky údržby, což se například odráží v práci na inovaci předpisu ČSN EN 15628 Údržba – kvalifikace pracovníků údržby (2).

Norma ČSN EN 15628:2015 Údržba – Kvalifikace pracovníků údržby (2) stanovuje požadavky na znalosti a dovednosti pracovníků v údržbě a lze očekávat, že personální útvary výrobních organizací budou podle těchto požadavků postupovat, jak při výběru nových pracovníků, tak i při hodnocení a vzdělávání stávajících pracovníků údržby. Norma rozlišuje a pokrývá tři kategorie pracovníků údržby Mechanik údržby, Mistr údržby a inženýr (technik) údržby a Manažer údržby (odpovědný za funkci nebo službu údržby) a pro každou kategorii pracovníků pak stanovuje odpovídající kompetence.



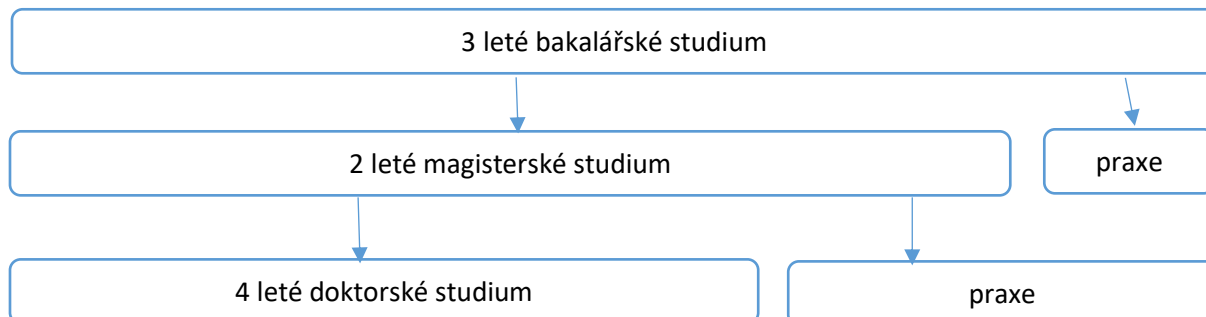
Obr. 1 Evropská federace národních společností pro údržbu (1)

Cílem příspěvku je tak nabídnout dvě základní možnosti pro získání kvalifikace v oblasti údržby. Jedna možnost zahrnuje dlouhodobější vysokoškolské vzdělání a druhou možností je krátkodobější vzdělání v rámci kurzů nebo seminářů. Příspěvek se v této chvíli nezabývá obecně technickými učebními obory, které jsou pro vykonávání běžných technických, instalatérských či elektrotechnických činností potřeba.

Dlouhodobé vysokoškolské vzdělání – Česká zemědělská univerzita v Praze

Na potřebu zdělávání pracovníků v údržbě reagují i vysoké školy. Jednou ze škol, která patří k lídrům v této oblasti je Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta (obr. 2), která ve svém studijním programu odráží požadavky praxe, které vyplývají z dlouhodobé spolupráce

s Českou společností pro údržbu, jež zastupuje Českou republiku v Evropské federaci národních společností pro údržbu, která je organizací udávající trend v oblasti údržby (5).



Obr. 2 Schéma vysokoškolského studia

Bakalářský stupeň (Bc.) – studijní program Inženýrství údržby (3)

Tříletý bakalářský stupeň studia oboru IU (obr. 3) byl koncipován s ohledem na předpokládaný relativně nižší počet jeho studentů (ten rozhodně nebude ve stovkách) tak, aby měl podobný dvouletý studijní základ s dalšími obory vyučovanými na TF ČZU, v němž studenti získají obecné znalosti technicky vzdělaného vysokoškolačka.

Inženýrství údržby



Základní informace o oboru >	Základní informace o oboru
Dokumenty pro uchazeče o studium na TF >	Forma studia prezenční, kombinované Druh studia tříleté bakalářské, dvouleté navazující magisterské Garant oboru <u>Katedra jakosti a spolehlivosti strojů</u>
> Přihlásit se ke studiu	Tento obor byl sestaven na základě potřeb praxe a jeho příprava byla plně podporována jak České společností pro údržbu, tak European Federation of National Maintenance Societies. Absolventi jsou připraveni pro výkon funkcí manažera údržby, hlavního mechanika, asset manažera, facility manažera, vedoucího servisu apod.

Obr. 3 – Bakalářský studijní program Inženýrství údržby (3)

Kompetence a profil absolventa bakalářského stupně studijního programu IU

Absolvent studijního programu získá při studiu teoretických, aplikovaných a oborových předmětů rozšířené znalosti manažersko-technického odborníka pro oblast údržby strojů a zařízení. Je vybaven zejména kognitivními dovednostmi, které mu umožní další profesní rozvoj tvůrčím zapojením do pracovního procesu nebo pokračováním v navazujícím magisterském studiu. Má kompetence řídit a vykonávat dohled v kontextu pracovních nebo studijních činností, ve kterém dochází k rychlým změnám, má i kompetence posuzovat a rozvíjet svůj vlastní výkon a výkony dalších lidí.

V prvním ročníku jsou studovány zejména matematicko-fyzikální předměty společně se základními předměty dalších disciplín, které mají vztah ke studijnímu oboru (Nauka o materiálu, Informatika, Chemie, Technická dokumentace, Ochrana životního prostředí aj.). Ve druhém ročníku pokračují další teoretické technické předměty a současně s nimi jsou vyučovány předměty aplikovaného základu (Strojírenská technologie I a II, Technická mechanika, Termomechanika, Paliva a maziva, Inženýrské zpracování dat aj.). Cílem třetího ročníku je pak profilovat absolventa do oblasti inženýrství údržby a poskytnout základní znalosti v disciplínách, s nimiž se většina absolventů setká buď v profesním životě nebo při studiu navazujícího magisterského stupně (Kvalita, spolehlivost a obnova strojů, Základy údržby strojů, Řízení a organizace výrobních procesů, Ekonomika podniků, Automatizace aj.).

Absolvent bakalářského stupně studia studijního programu IU je tedy odborníkem obecného manažersko-technického zaměření se schopností uplatňovat základní manažerské a inženýrské dovednosti v oblasti údržby strojů a zařízení, má strojnické a technologické inženýrské znalosti doplněné o základní znalosti z podpurných disciplín z oblasti manažerských dovedností. Samozřejmostí jsou znalosti z oblasti konstrukce a technologie výroby strojů, výpočetní techniky a provozních vlastností širokého okruhu používaných strojů a zařízení. Je schopen činností v oblasti investiční strojní politiky, zabezpečuje modernizaci výrobního zařízení, sleduje a zajišťuje efektivnost strojních investic a jakost práce výrobních zařízení, projektuje a řídí údržbu strojů, zařízení a investičních celků. Absolventi studijního programu se uplatní ve střední úrovni řízení servisní a údržbářské činnosti a jsou připraveni pro výkon funkcí vedoucího údržby, technika údržby, správce majetku, facility manažera, vedoucího servisu apod.

Navazující magisterský stupeň (NMgr.) – studijní program Inženýrství údržby (3)

Dvouletý navazující studijní program (obr. 3) má pevnou kostru z povinných předmětů a výrazně širší možnosti profilace absolventa výběrem z povinně volitelných a volitelných předmětů, jejichž volbou bude absolvent směřovat do předpokládané oblasti profesního uplatnění (např. pro manažera údržby v podniku s převahou NC strojů budou vhodné předměty katedry elektrotechniky a automatizace apod.). Do prvního ročníku jsou ještě zařazeny dva předměty teoretického základu technicky vzdělaného inženýra (Matematika III a Fyzika dějů a procesů), všechny ostatní povinné předměty studijního plánu jsou již zaměřeny do oblasti managementu údržby – z hlediska managementu údržby jsou zde předměty orientované na různé oblasti řízení, organizaci a bezpečnost práce, další předměty jsou

zaměřeny na technické znalosti v údržbě (diagnostika, technologie údržby, servisní logistika, informační systémy v údržbě, aj.). Studenti prezenčního studia absolvují po prvním ročníku studia praxi v podniku, na níž se seznámí s chodem údržby v konkrétním podniku a připraví si podklady pro projekt na implementaci či zlepšení systému údržby, který zpracují v posledním roce studia. Studenti kombinovaného studia pracují na obdobném projektu, který je však samozřejmě zaměřen na podnik, v němž jsou zaměstnání.

Nejlepší absolventi mohou dále pokračovat ve studiu 3. stupně studia (doktorského) v akreditovaném doktorském studijním programu TF Kvalita a spolehlivost strojů a zařízení (4 roky). V případě úspěšného zvládnutí tohoto studia získává absolvent titul „Ph.D.“ uváděný za jménem.

Kompetence a profil absolventa NMgr. stupně studijního programu IU

Absolvent studijního programu získá při studiu teoretických, aplikovaných a oborových předmětů hluboké znalosti manažersko-technického odborníka. Je vybaven jak širokými aktuálními oborovými informacemi, tak zejména kognitivními dovednostmi, které mu umožní další profesní rozvoj během tvůrčího zapojení do řídicího procesu, případně pokračování v doktorském studiu. Magisterským studiem získá absolvent způsobilost používat odbornost v úplném rozsahu kognitivních a částečně i praktických dovedností při řízení a vyvíjení tvůrčích řešení abstraktních i konkrétních problémů. Má kompetence navrhovat, řídit a vykonávat dohled v kontextu pracovních a studijních činností oboru, ve kterém dochází k rychlým změnám, má i kompetence hodnotit, posuzovat a rozvíjet svůj vlastní výkon a výkony dalších lidí. V prvním ročníku navazujícího magisterského studia jsou studovány zejména další povinné a povinně volitelné prohlubující předměty matematicko-fyzikálního základu, které mají vztah ke studijnímu programu IU. Ve druhém ročníku pokračují zejména profilující předměty, které jsou z části povinné (Technologie údržby strojů, Údržba zaměřená na bezporuchovost, Projektové řízení, Servisní a dopravní logistika, Informační systémy v údržbě, Systémy řízení kvality), z větší části však povinně volitelné (Základy mikroprocesorové techniky, Technologie chlazení, Technika a technologie odpadového hospodářství, aj.). Cílem druhého ročníku navazujícího magisterského studia je profilovat absolventa do oblasti managementu a inženýrství údržby a poskytnout mu široké znalosti v disciplínách, s nimiž se setká buď v profesním životě, případně v doktorském studiu. Absolvent magisterského stupně studia je tedy odborníkem manažersko-technického zaměření s důrazem na údržbu hmotného majetku a s hlubokými znalostmi v oblasti technologií i managementu údržby strojů a zařízení a zabezpečování těchto procesů.

Absolvent magisterského studijního programu IU má jednak solidní matematicko-fyzikální a strojírenský základ a jednak manažersko-ekonomické znalosti a detailní znalosti a částečně i dovednosti v oblasti managementu a inženýrství údržby hmotného majetku obecně a strojů a zařízení zvláště. Absolvent dobře ovládá konstrukci, stavbu a funkce značného sortimentu strojů a zařízení jak strojního, tak i elektronického a elektrotechnického charakteru, má dostatečné znalosti i z oblasti informačních technologií, ekonomiky a managementu. Je připraven pro řešení investičních, modernizačních a rekonstrukčních úkolů obecně a zvláště

pak pro řízení údržby majetku ve všech procesech, tj. procesů čištění strojů a zařízení, mazání a výměny maziv, technických, diagnostických, inspekčních a revizních prohlídek, přestavování a seřizování strojů a zařízení, kontroly způsobilosti strojů a zařízení, analýzy příčin a důsledků poruch, plánování a rozvrhování interní a externí údržby a oprav, řízení zásob náhradních dílů a materiálu, renovace strojních součástí, řízení preventivní údržby a oprav, řízení údržby a oprav po poruše, řízení obnovy (investic) strojů a zařízení jako celku, uplatňování počítačové podpory v řízení údržby, benchmarkingu a outsourcingu v údržbě, komplexní produktivní údržby (TPM), údržby zaměřené na bezporuchovost (RCM), vyhodnocování výkonnosti a účinnosti údržby, reengineeringu údržby, uplatňování systémů jakosti a týmové práce v údržbě, trvalého zlepšování aj. Absolventi daného oboru se uplatní jako vedoucí údržby v servisní a údržbářské činnosti, jsou připraveni pro výkon funkcí manažer údržby, hlavní mechanik, asset manažer, facility manažer, vedoucí servisu apod.

Kvalita a spolehlivost strojů a zařízení KSSZ - 4 letý doktorský studijní program (3)

Cílem studijního programu Kvalita a spolehlivost strojů a zařízení je výchova absolventů pro výrobce a dealery zemědělské techniky, pro všeobecné strojírenství i automobilní průmysl.

Toto zaměření studijního programu umožní studentům získat nové znalosti a dovednosti v relativně homogenním studiu, tj. zejména v oblasti managementu kvality a nástrojích řízení kvality včetně matematicko-statistického modelování procesů měření a hodnocení kvality výrobků a služeb. Dále získají hluboké znalosti z oblasti spolehlivosti, zejména se zaměřením na bezporuchovost, udržitelnost a zajištěnost údržby a v případě technických systémů bude věnována pozornost jejich pohotovosti a teorii obnovy. Velká pozornost je věnována metodám a nástrojům zvyšování spolehlivosti včetně základů materiálového inženýrství. Nepostradatelnou součástí výuky je moderní technická diagnostika včetně umělé inteligence směřovaná do prediktivní údržby a celé komplexity managementu Údržby 4.0. Jde o digitalizaci dat o spolehlivosti, jejich sběr, bezpečný přenos a zejména zpracování formou např. Weibullových analýz a návazné matematicko-ekonomické modelování obnovy strojů a jejich prvků. Pro zajištěnost údržby je nepostradatelná znalost servisní logistiky se zaměřením na řízení zásob náhradních dílů a materiálu a vývoj moderních informačních systémů údržby.

Potřebné dovednosti pro vědeckou práci získají studenti absolvováním předmětů v rámci studijního plánu, složením státní doktorské zkoušky, schopnosti pro samostatnou vědeckou práci získají a prokáží tvůrčí činností při zpracovávání disertační práce a v neposlední řadě její obhajobou (případně komentovaného souboru vědeckých prací).

Profil absolventa studijního programu

Profil absolventa studijního programu KSSZ v doktorském stupni studia odpovídá požadavkům připravit vědecké pracovníky, kteří získají nejenom znalosti, ale i dovednosti v oblasti výzkumné a vědecké práce se zaměřením na kvalitu a spolehlivost strojů a zařízení. Profil absolventa je definován získanými znalostmi a dovednostmi z oblasti managementu kvality a spolehlivosti se zaměřením na bezporuchovost, udržitelnost a zajištěnost údržby, z oblasti diagnostiky a oprav strojů a zařízení včetně znalosti vlastností a zpracování materiálů pro

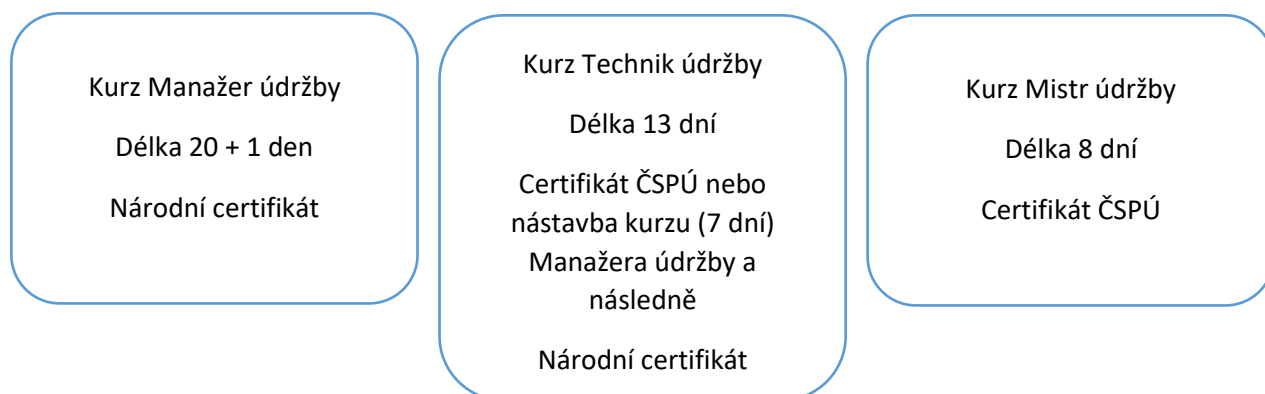
výrobu a údržbu strojů a logistické podpory nákupu, výroby a distribuce se zvláštním zřetelem na logistiku servisních a údržbářských prací a hospodaření s náhradními díly a materiálem.

Profil absolventa plně odpovídá záměru studijního programu a vývoji znalostní společnosti se zaměřením na chytré stroje. Zaměřuje se na teorii i aplikaci systémového přístupu pro popis současných problémů kvality a spolehlivosti strojů a zařízení a využití exaktních metod pro jejich řešení a rozvíjení těchto oblastí z teoretického i praktického hlediska. Dále se zabývá rozvojem managementu a inženýrství kvality, spolehlivosti a údržby, informačních a matematických modelů včetně digitalizace v kontextu Údržby 4.0 a informačních systémů údržby.

Vzdělávací kurzy - EN 15628 – Česká společnost pro údržbu

Dříve zmiňované tříleté bakalářské, dvouleté magisterské nebo čtyřleté doktorské je časově náročnější a může být jednodušší absolvovat nějaký krátký seminář nebo kurz, který rozšíří rychleji znalosti účastníka v údržbě, sice ne úplně do hloubky, ale přesto dostatečně, aby mohly být vědomosti a znalosti převedeny přímo do praxe.

Jedinou společností, která nabízí vzdělávací kurzy v údržbě na základních kamenech normy ČSN EN 15628 – Údržba – kvalifikace pracovníků údržby je Česká společnost pro údržbu (ČSPÚ). Své kurzy ČSPÚ nabízí ve třech základních blocích. První a nejdelší kurz je Manažer údržby, který je akreditován Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy, je v délce 20 výukových dní a zakončen zkouškou obsahující obhajobu závěrečné práce. Kurz MU je rekvalifikační a může být zakončen zkouškou s personálním certifikátem. Kratším kurzem je Technik údržby, který je v délce 13 dní a nejkratší je kurz Mistr údržby čítající 8 výukových dní (obr. 4).



Obr. 4 – Nabídka kurzů ČSPÚ (4)

Kurz Manažer údržby (4)

Cílem vzdělávání a tréninku v rámci kurzu Manažer údržby (obr. 5) je seznámit účastníky kurzu s aktuálními požadavky managementu majetku obecně a strojního zařízení, zvláště včetně všech aspektů managementu údržby vycházejících z Průmyslu 4.0. Účastníkům kurzu bude odpovězeno mnoho otázek z oblasti organizace a řízení údržby, provozní spolehlivosti strojů (robotizace a automatizace), technologie udržování (3D tisk, nanomateriály a kompozity), diagnostiky a oprav (využití umělé inteligence v systému prediktivní údržby) a počítačové podpory řízení údržby. V neposlední řadě je kladen důraz na uplatňování zásad ekonomického myšlení v managementu údržby. Trénink probíhá pomocí případových studií a příkladů z praxe.



Obr. 5 Kurzy (4)

Kurz Technik údržby (4)

Cílem vzdělávání a tréninku v kurzu Technik údržby je seznámit účastníky kurzu (techniky údržby) se základními požadavky a znalostmi uplatňování nástrojů podporujících správný management údržby. Účastníci dostanou odpovědi na mnoho otázek z oblasti provozní spolehlivosti strojů, technologie udržování, diagnostiky a oprav a počítačové podpory řízení údržby. Trénink probíhá pomocí případových studií a příkladů z praxe. V neposlední řadě je kladen důraz na uplatňování zásad ekonomického myšlení v managementu údržby.

Kurz Mistr údržby (4)

Cílem vzdělávání a tréninku v kurzu Mistr údržby je seznámit účastníky kurzu s aktuálními požadavky na práci mistra údržby vycházejících z Průmyslu 4.0. Účastníci dostanou odpovědi

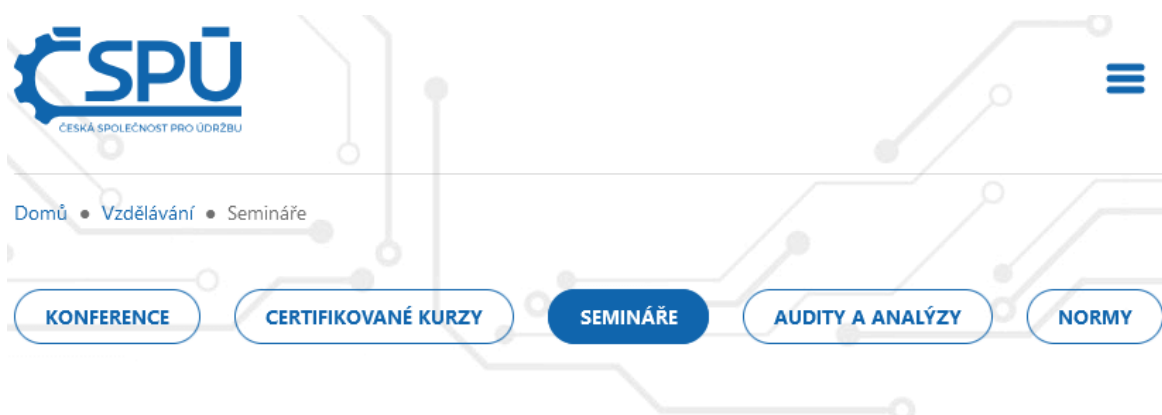


na mnoho otázek z oblasti organizace a řízení údržby (využití digitalizace a vhodného software), motivace pracovníků, provozní spolehlivosti strojů (robotizace a automatizace), technologie udržování (3D tisk, nanomateriály a kompozity), diagnostiky a oprav (využití umělé inteligence v systému prediktivní údržby) a počítačové podpory řízení údržby. Trénink probíhá pomocí případových studií a příkladů z praxe. V neposlední řadě je kladen důraz na uplatňování zásad ekonomického myšlení v managementu údržby.

Semináře (4)

Pokud i délka několika dní je pro účastníka nepřijatelná, je možné absolvovat seminář (obr. 6) tematicky podle svého zájmu, který je v délce jednoho dne, tedy 8 výukových hodin. Mezi nabízená témata patří například:

- FMEA v údržbě,
- Efektívne zorganizovanie a vyhodnocovanie procesov,
- Osoba odpovědná za provoz vyhrazených technických zařízení,
- ESG? Strašák nebo příležitost dělat věci jinak a lépe?,
- Údržba a diagnostika strojních zařízení,
- Průmyslové vakuum, praktické přístupy a moderní řešení,
- Základy hydraulických systémů,
- Bezpečnostní a technický audit,
- Požární ochrana v údržbě,
- Webinar pro vedoucí pracovníky pracující s normou ČSN EN 1591-4,
- Analýza ztrát a rizik,
- Projektové řízení v údržbě,
- Management údržby a zavádění nejlepší praxe,
- Optimalizace preventivní údržby se zaměřením na prediktivní údržbu,
- Speciální technologie udržování a oprav strojů,
- Efektivní řízení zásob náhradních dílů,
- Specifika auditů údržby,
- Strategie outsourcingu údržby,
- Ekonomika podniku a údržby,
- Význam TPM v prostředí průmyslových podniků,
- Úvod do problematiky poškození ložisek dle ISO 15243:2017,
- Úvod do programování ve VBA v MS Excel,
- Pokročilé zpracování dat z řízení údržby v MS Excel,
- Nejlepší praxe v údržbě maziv pro zajištění spolehlivosti strojů,
- Seminář dle vlastního požadavku - specifikujte v poli Poznámky.



Semináře

Semináře pravidelně i na míru

- Nabízíme jednotlivé a kombinované semináře dle nabídky.
- Programy seminářů jsou pravidelně aktualizovány dle aktuálních trendů, norem a legislativních požadavků.
- Program semináře upravíme dle Vašich představ nebo připravíme kompletní seminář na míru.
- Dle vašeho výběru a po domluvě zpracujeme individuální program semináře
- Termín a místo konání semináře je zvoleno po dohodě se zadavatelem
- Ideální počet účastníků je 10-20 (případně dle domluvy)

Obr. 6 Semináře (4)

Závěr

Evropská federace národních společností pro údržbu je Evropský lídr v oblasti údržby a v rámci svých činností se zaměřuje též na vzdělávání, kde stanovuje rámcové náplně kurzů a studijních programů zaměřených na téma údržby.

- Vysokoškolské vzdělání je v oblasti údržby možné a to například ve studijním programu Inženýrství údržby, který je vytvářen přímo na míru požadavkům údržbářů. Jedná se o studijní program nabízený Českou zemědělskou univerzitou Technickou fakultou a to v oblasti bakalářského (3 letého), magisterského (2 letého) a navazujícího studia (4 leté) v rámci studijního programu Kvalita a spolehlivost strojů a zařízení.
- Krátkodobé intenzivní vzdělávání v oblasti údržby nabízí Česká společnost pro údržbu v rámci svých kurzů (Manažer údržby – 21 dní, Technik údržby – 13 dní a Mistr údržby

– 8 dní) a jedno nebo dvou denních seminářů zaměřených na odborná údržbářská témata.

Velký rozvoj v oblastech digitalizace a průmyslu 4.0 se přenesl i do oblasti údržby. Aby bylo možné stanovit optimální interval údržby, vhodný systém údržby, vhodnou renovační metodu atd., tak je třeba sbírat data, analyzovat je, provádět optimalizační výpočty a to vše již není možné bez vhodného informačního systému, který je na tyto činnosti specializován a pomáhá údržbářům s optimalizací údržby takřka v reálném čase.

Je tak zřejmé, že i vzdělávací proces v oblasti údržby není jen statická záležitost, ale také velmi dynamický děj s neustálým zařazováním moderních témat a výsledků vědy a výzkumu do výuky ve všech fázích údržbářského vzdělávacího cyklu.

Literatura

- 1) EFMS – Evropská federace národních společností pro údržbu (<http://www.efnms.eu/committees/european-training-committee/>) – cit. 2024-12-25
- 2) ČSN EN 15628:2015 Údržba – Kvalifikace pracovníků údržby
- 3) TF ČZU v Praze – Technická fakulta České zemědělské univerzity v Praze (<http://www.tf.czu.cz>) – cit. 2024-12-25
- 4) ČSPÚ – Česká společnost pro údržbu (<http://www.udrzba-cspu.cz>) - cit 2024-12-25
- 5) Mašek, J.: Kvalitní údržba je základ úspěchu, Sborník mezinárodní konference Údržba 2024, 2024, 4-6, ISBN 978-80-213-3379-6
- 6) Holoubek, J.: Skutečná digitální transformace firmy a jednotné integrované operační prostředí, Konferenční seminář Údržba pro TOP manažery, 2023, s. 1 – 2.. ISBN 978-80-213-3267-6

Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta
Kamýcká 129, Praha 6 Suchdol
www.tf.czu.cz

Česká společnost pro údržbu
Areál České zemědělské univerzity v Praze, Technická fakulta
Kamýcká 872
Praha - Suchdol
www.udrzba-cspu.cz

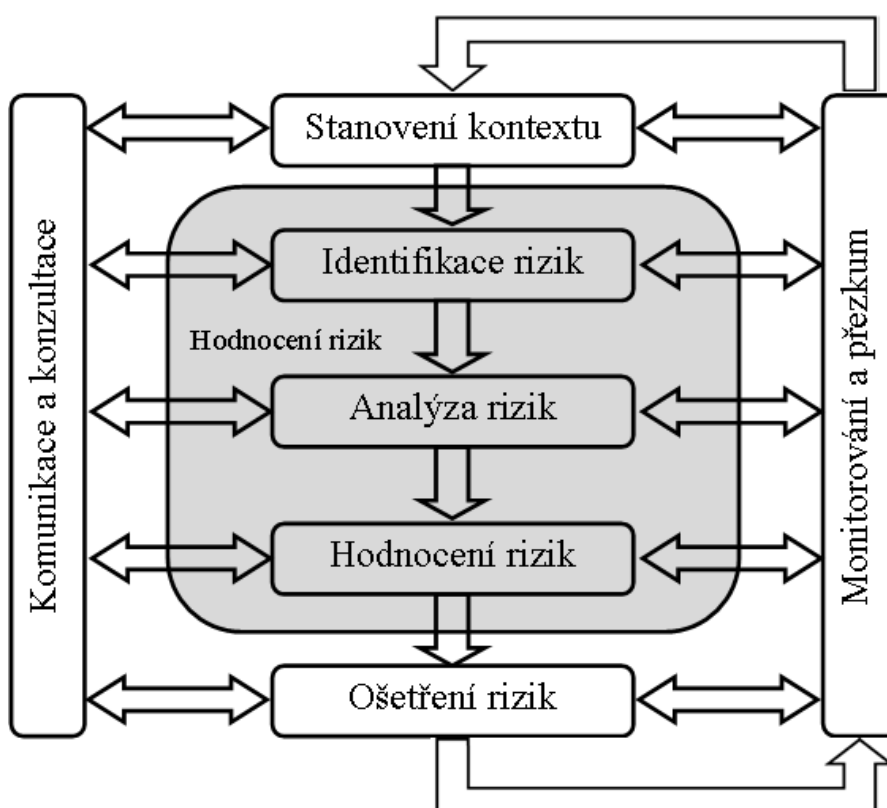
Řízení rizik v údržbě ve vazbě na projektové řízení

Ing. Jaroslav Mrázek

Technická fakulta, Česká zemědělská univerzita v Praze

1. Úvod do řízení rizik v údržbě

Obecné zásady a pokyny pro řízení rizik poskytuje norma ISO 31000:2018, která je normou obecně aplikovatelnou na kteroukoliv organizaci neohledně na její velikost nebo odvětví ve kterém vytváří činnost. Obecně nám říká, že řízení rizik by mělo být součástí všech organizačních procesů a přístup k řízení rizik by měl být definován, konzistentní a komplexní.



Obrázek 1 - Obecný přehled procesu řízení rizik podle ISO 31000:2018

Na obrázku 1 lze vidět jednotlivé části, ve kterých norma popisuje řízení rizik. Nejprve probíhá vymezení vnějších i vnitřních podmínek, ve kterých daná organizace působí. Zároveň probíhá určení cílů procesu řízení rizik. Druhým krokem je identifikace všech možných událostí nebo situací, tedy rizik, které by mohly ohrozit dosažení cílů organizace. Tato rizika se poté analyzují vzhledem k pravděpodobnosti jejich výskytu a dopadů, zároveň musí být snaha pochopit jejich význam a vlastnosti. Výsledky těchto analýz se poté porovnávají s definovaným kritériem a stanoví se priority pro jejich řešení. Posledním krokem je návrh a implementace opatření, které mají za úkol eliminaci nebo alespoň snížení rizik. Komunikace a konzultace pak probíhá ve všech fázích procesu a slouží k zajištění efektivní spolupráce mezi všemi zainteresovanými stranami. Monitorování a přezkum poté zajišťuje průběžné sledování rizik a přizpůsobení

strategie na základě zpětné vazby, která je spojena s celým procesem a vytváří cyklus mezi posledním krokem ošetřením rizik a prvním krokem, tedy stanovením kontextu.

Pro řízení rizik v údržbě se nabízí systematický přístup s názvem Risk Based Inspection and Maintenance, se zkratkou RBIM. Ten klade důraz na řízení rizik s provozem zařízení, jehož hlavní myšlenkou je zaměřením se na inspekční a údržbářské aktivity v oblastech, kde je nejvyšší riziko selhání a optimalizovat alokaci zdrojů tak, aby náklady na údržbu a riziko vzniku poruchy bylo co nejmenší. Jednoduše řečeno, jedná se o přístup, jehož cílem je pochopení, že míra rizika je daná kombinací pravděpodobnosti výskytu určité události a jejích dopadů.

Norma ČSN EN 16991:2018 popisuje mimo jiné i rámec postupu RBIM v rámci celkového systému řízení. V něm je při nastavení analýzy rizik je v souvislosti s bezpečnostním systémem a funkčností používána metoda RCM, tedy údržba zaměřená na bezporuchovost, která obsahuje mimo jiné i analýzu způsobů a důsledků poruch se zkratkou FMEA, kterou lze obohatit o analýzu kritičnosti, díky čemuž vznikne metoda FMECA.

Postup procesu implementace RBIM:

1) Identifikace a analýza zařízení

Identifikované zařízení se rozčlení na jednotlivé komponenty, ze kterých se skládá, se snahou zaměřit se na funkčně významné prvky (FSI). Toto rozčlenění je prováděno na základě funkce, důležitosti v procesu, nebo z hlediska možnosti jeho selhání. Dále se o zařízení shromažďují veškerá dostupná data, mezi které patří historie poruch, jejich výskyt, počet odstávek nebo náklady na opravy. Dále se zjišťují provozní podmínky a pokud jsou k dispozici, tak data z monitorovacích systémů, jak je v průmyslu 4.0 běžné. Ty většinou zahrnují data ze senzorů vibrací, teploty a podobně, vždy záleží na konkrétním stroji.

2) Hodnocení rizik

Pro hodnocení rizik se využívá metod jako FMEA, FMECA nebo FTA, které jsou podrobněji rozepsány v dalších kapitolách.

3) Stanovení priorit

Na základě výsledků hodnocení rizik se dle normy stanovují 3 úrovně kritičnosti, a to nízká s menší četností inspekcí a často reaktivním přístupem, střední s pravidelnou inspekcí a plánovanými zásahy a vysoká s častější inspekcí a preventivním programem údržby. Obecně je cílem co nejlépe optimalizovat zdroje tak, aby se minimalizovaly zdroje a rizika.

4) Návrh inspekčních a údržbových strategií

Dle návrhu programu údržby se na základě stanovených intervalů plánují preventivní údržbářské zásahy, jejichž hlavním cílem je identifikovat degradaci dříve, než se projeví negativní vlivy na bezpečnost nebo spolehlivost, a tím zabránit poruchám, které by mohly mít závažné důsledky.

Údržbové strategie obsahují například rutinní činnosti, jako je ošetření, čištění a mazání zařízení. Tyto základní operace pomáhají udržovat zařízení v dobrém stavu a předcházet problémům způsobeným opotřebením nebo znečištěním. Další z činností je kontrola

funkce může být prováděna buď vizuálně, což znamená, že se údržbáři při své pravidelné činnosti vizuálně přesvědčí o správné funkci zařízení, nebo alternativou je automatická kontrola, při níž systém sám sleduje určité parametry a informuje o možných problémech. Dalším obsahem údržbových strategií jsou prohlídky, které mohou být technické, diagnostické a revizní, kdy se v podstatě jedná o různé formy monitorování stavu, aby se případná degradace odhalila co nejdříve

5) Monitorování a revize

Posledním krokem je monitorování a revize, kde se pravidelně rizika přehodnocují především na základě nových dat nebo případných změn v provozu, což nastává například při zvýšení zatížení zařízení, nebo změn provozních podmínek. Výsledky údržby a provedených inspekcí včetně auditů efektivity inspekčních a údržbových strategií pak slouží jako zpětná vazba v přístupu k neustálému zlepšování.

2. Analýza způsobů a důsledků poruch

Z pohledu údržby jsou rizikové situace a události, které zmiňují dříve zmíněné normy, především poruchy, které je potřeba velmi detailně analyzovat, znát jejich důsledky a kritičnost. K tomu nám mohou posloužit metody FMEA/FMECA, které jsou popsány normou ČSN EN IEC 60812 ed.2. Tyto metody byly vyvinuty v 60. letech 20. století a dnes jsou rozšířeny téměř do všech průmyslových odvětví, kde je klíčová spolehlivost produktu či stroje. Každý produkt či stroj, který má potenciál selhat a způsobit významné škody nebo nebezpečí, prochází těmito analýzami, aby bylo možné rizika předem eliminovat nebo alespoň minimalizovat jejich dopad.

Tyto metody mají velmi široké uplatnění, nicméně jejich největší síla je při nasazení již v etapě návrhu a vývoje, kde slouží jako součást přezkoumání návrhu jako tzv. metoda předběžného varování, která má zabránit pozdějším problémům vyplývajícím z nespolehlivosti systému. Jako nástroj předběžné analýzy rizik a při případných modifikacích či modernizacích systému se dále uplatňuje i v etapě tvorby koncepce nebo specifikace požadavků jako prostředek identifikace a posouzení důsledků konstrukčních změn a provozních podmínek na bezporuchovost a bezpečnost systému. Dalším využitím je prokazování, že navrhovaný systém splňuje v oblasti bezporuchovosti a bezpečnosti požadavky norem, předpisů nebo koncového uživatele.

Metody FMEA/FMECA představují týmovou metodu, kde řešitelský tým podléhá vedení zkušeného moderátora. Tým by měl být složen z celé řady odborníků například z výroby, údržby, designu a obecně dalších nositelů znalostí v dané organizaci, kteří jsou blízko daného projektu, produktu či procesu. To platí až na výjimku moderátora, protože ten by zapojený být neměl.

Princip aplikace FMEA/FMECA spočívá v kladení jednoduchých, ale zásadních otázek, které nám umožní předvídat a minimalizovat rizika vzniku poruch. Snažíme se především zjistit, co by se mohlo stát, jaké by to mělo důsledky, a jak pravděpodobné je, že k tomu danému jevu či události dojde. Při aplikování těchto metod je jasně daný postup, který se dá shrnout takto:

- 1) V prvním kroku je nutné detailně popsat systém, který budeme analyzovat. Tento popis musí zahrnovat nejen konstrukční uspořádání, ale také technologické řešení systému. To znamená, že je nutné podívat se na to, jak systém funguje jako celek, jaké jsou jeho hlavní komponenty a jaké funkce vykonává. K tomuto popisu je vhodné přiložit i veškeré výkresy, schémata, blokové diagramy a další dokumentaci, která pomáhá v pochopení fungování systému.
- 2) Dále je nutné definovat minimální funkci systému, tedy to, co je naprosto nezbytné pro to, aby systém fungoval. To musí zahrnovat kritéria, jako jsou například bezpečnost, spolehlivost a účinnost.
- 3) Ve třetím kroku se vizuálně znázorní pomocí funkčních a spolehlivostních diagramů, jak systém funguje a zobrazí se vzájemné vztahy mezi jeho jednotlivými částmi. To nám umožní analyzovat, jak jednotlivé prvky ovlivňují funkčnost celého systému.
- 4) Poté se pozornost zaměří na možné způsoby poruch a co mohou způsobit. U všech poruch se určí příčiny a jejich důsledky.
- 5) Po identifikaci způsobů poruch se stanoví metody, jak poruchy detekovat a jak je případně izolovat, aby se minimalizoval jejich dopad na celý systém.
- 6) Posledním krokem pro metodu FMEA je návrh konstrukčních a provozních opatření pro závažné poruchy, jelikož je žádané předejít opakování problému nebo jeho vážným důsledkům.

Pokud se rozhodneme rozšířit metodu FMEA o kritičnost daných poruch, vznikne metoda FMECA, která obsahuje další krok:

- 7) Dané důsledky poruch se kvantifikují. Stanoví se pravděpodobnost jejich výskytu (Occurrence), význam vady (Severity) a její odhalitelnost (Detection). U každého kritéria se stanoví jeho závažnost na stupnici 1-10, kde první, nejnižší úroveň znamená velmi nepravděpodobný výskyt, žádný následek či téměř jistou odhalitelnost. Naopak nejvyšší úroveň s hodnocením 10 znamená, že výskyt poruchy je téměř nevyhnutelný, následek vady je nebezpečný bez výstrahy a ovlivňuje bezpečnost výrobku nebo dodržování zákonných požadavků. U odhalitelnosti nejvyšší stupeň znamená, že je absolutně nemožná.

Jestliže byly kvantifikovány tyto tři kritéria, vypočítá se rizikové číslo, pro které používáme zkratku RPN, tedy Risk Priority Number.

$$RPN = \text{význam} * \text{výskyt} * \text{odhalitelnost}$$

Výsledná hodnota RPN je relativní a každá organizace si její prahové hodnoty a interpretace stanovuje sama, především ve srovnání s jinými RPN v daném systému či procesu. Jestli je tedy výsledná hodnota přijatelná nebo ne, rozhoduje širší kontext při řízení rizik, avšak čím vyšší je, tím se musí učinit konkrétnější opatření na snížení rizika. Kromě absolutní hodnoty čísla RPN se musí brát v potaz závažnost způsobů vad, jelikož pokud jsou dvě stejné hodnoty RPN, větší důraz by se měl pokládat na vady, které mají vyšší čísla významu. V některých příkladech totiž

mohou mít různé kombinace RPN stejnou výslednou hodnotu, ačkoliv fakticky může být jedno významnější. RPN je také poměrně velmi citlivé na malé změny, kdy se úprava jednoho faktoru projeví více, když jsou zbylé dva faktory vysoké.

Jakmile jsou RPN hodnoty vypočítané, je vhodné vyčlenit ty vady, které mají tuto hodnotu vysokou. Některé zdroje uvádějí kritickou hodnotu RPN 125, jelikož odpovídá průměrnému hodnocení všech kritérií, nicméně je nutno opět připomenout, že interpretace je na každé organizaci a je přizpůsobena jejich potřebám. V tabulce 1 jsou uvedeny případy, kde je nutné hodnotu RPN interpretovat individuálně.

Tabulka 1 - Zvláštní situace při hodnocení rizika možných vad a potřeba opatření

Význam	Výskyt	Odhalitelnost	Charakteristika	Potřebná opatření
1	1	1	Ideální, cílový stav	NE
1	1	10	Bezpečně řízený proces	NE
10	1	1	Vada se nedostane k zákazníkovi	NE
10	1	10	Vada se může dostat k zákazníkovi	ANO
1	10	1	Častá, snadno odhalitelná vada, která ale stojí peníze	ANO
1	10	10	Častá vada, která se může dostat k zákazníkovi	ANO!
10	10	1	Častá vada velkého významu	ANO!
10	10	10	„Tady není nic v pořádku!“	ANO!

Zdroj: Plura, 2001

Mezi nevýhody metod FMEA/FMECA se řadí vysoká náročnost na informace o konstrukci, technologii výroby, provozu a podmínkách, ve kterých bude systém fungovat. Zejména, pokud pracujeme s komplexním systémem, který má hodně funkcí a je složený z mnoha komponentů. Z toho vyplývá i vysoká časová náročnost. Jednou z dalších nevýhod může být složité zohledňování lidských chyb, které jsou častým důvodem poruch. Zde je nutné identifikovat komponenty, které jsou nejcitlivější na lidské chyby, a navrhnout kroky k minimalizaci těchto rizik.

3. Závěr

Autor v příspěvku popsal řízení rizik v údržbě nejprve obecně aplikovatelnou normou ISO 31000:2018, kde se zaměřil na obecný přehled procesu řízení rizik, který zahrnuje nejen identifikaci a hodnocení rizik, ale také jejich monitorování a zlepšování. Dále v Risk Based Inspection and Maintenance (RBIM) specifikoval postup procesu implementace RBIM a došel k metodě údržba zaměřená na bezporuchovost, ve které se zaměřil především na metody FMEA a FMECA.

Tyto metody jsou významnými nástroji pro identifikaci možných poruchových režimů a analýzu jejich důsledků. Tyto metody umožňují proaktivně identifikovat slabá místa v procesech údržby a navrhnout preventivní opatření pro snížení rizika selhání. Autor zde rozebral postup při aplikování těchto metod a pozornost věnoval i výpočtu rizikového čísla RPN a jeho interpretaci.

4. Použitá literatura

- [1] ISO 31000:2018 - Risk management – Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
- [2] ČSN: ČSN EN 16991:2018 - Posuzování rizik založené na inspekci (RBI). Praha: Český normalizační institut, 2018.
- [3] SAE J1739:2021 - Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA). Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, 2021.
- [4] ČSN EN IEC 60812 ed. 2: Analýza spolehlivosti – Identifikace a hodnocení poruchových režimů a jejich vliv na spolehlivost – Metody analýzy poruchových režimů (FMEA). 2. vydání. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [5] PLURA, Jiří. Plánování a neustálé zlepšování jakosti. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 244 s. ISBN 80-722-6543-1.
- [6] SMEJKAL, V. R. K., 2013. SMEJKAL, V. Rais. K. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích. Praha: Grada.
- [7] API: API 580: Risk-Based Inspection. 3rd edition. Washington, DC: American Petroleum Institute, 2016.
- [8] ISO 55001:2014 - Asset management – Management systems – Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2014.
- [9] LEGÁT, M.: Řízení rizik technických systémů. Praha: ČVUT, 2012. ISBN 978-80-01-05045-0.
- [10] LEGÁT, V.: Spolehlivost a bezpečnost technických systémů. Praha: ČVUT, 2008. ISBN 978-80-01-04045-1.
- [11] LEGÁT, V.: Metody analýzy rizik v údržbě. In: Strojírenská technologie, roč. 12, č. 3, 2007, s. 24–29. ISSN 1211-4162.
- [12] Thoppil, N. M., Vasu, V., & Rao, C. S. P.: Failure Mode Identification and Prioritization Using FMECA: A Study on Computer Numerical Control Lathe for Predictive Maintenance. In: Journal of Failure Analysis and Prevention, roč. 19, č. 5, 2019, s. 1311–1324. DOI: 10.1007/s11668-019-00739-2.

Poděkování

Článek vznikl za podpory Technologické agentury České republiky TAČR – projekt FW06010124 – Prediktivní údržba strojních zařízení s využitím statistických a provozních dat v rámci Průmyslu 4.0, interní číslo ČZU 2023: 31190/1414/4134.

Kontakt

Ing. Jaroslav Mrázek

Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, katedra jakosti a spolehlivosti strojů,
Kamýcká 129, 165 21 Praha – Suchbát

Tel.: +420 605 025 914, E-mail: mrazekjaroslav@tf.czu.cz

Řešení asset managementu v ISŘÚ Patriot® 3.0

Michal Čupera

dataPartner s.r.o., České Budějovice

1. Úvod

Moderní technologie se staly nedílnou součástí firmy. Pronikly od účetnictví po sklady a nyní útočí na výrobu a údržbu. „Počítače“ se dostávají k jednotlivým strojům, pracovištím i jako IoT do míst, kde bychom je ještě loni nečekali.

Moderní software umožňuje spravovat i aktiva a já bych Vám rád jeden z nich představil.

Spravovat aktiva začínají firmy tak, že používají dostupné nástroje.

Tato evidence vám vystačí, než narazíte na to jak...

- a) Provádět správnou obnovu, modernizaci a rekonstrukci majetku a dbát o jeho optimální využití
- b) Udržovat hmotný majetek v provozuschopném a způsobilém stavu a na požadované úrovni pohotovosti, efektivity, využití a jeho optimální obnovy jako celku
- c) Předcházet vzniku poruch a následujícím poruchovým stavům
- d) Operativně přes QR kódy odstraňovat vzniklé poruchy
- e) Snižování enviromentálních dopadů provozu a údržby výrobních zařízení
- f) Zajišťovat bezpečnost provozu a údržby zařízení
- g) Vynakládání optimálních nákladů na údržbu ve vztahu k dosahování pohotovosti a efektivnosti výrobního zařízení
- h) Vedení managementu majetku a jeho údržbu k excelenci s používání metod nejlepší světové praxe

Toliko z přednášky Asset management – moderní cesta k lepší údržbě a využití majetku od prof. Ing. Václava Legáta, DrSc., kterou jsme si z dovolení vypůjčil

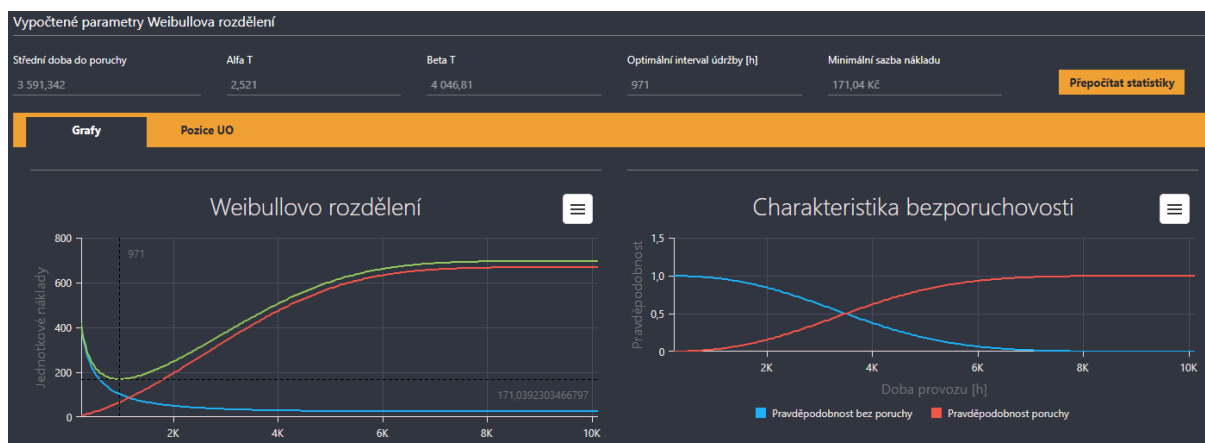
Jak my v dataPartner přistupujeme k jednotlivým bodům Asset managementu popsáním výše?

a) Sledování statistik poruchovosti, nákladů na opravu a MTTR a MTBF.



Obr. 1 MTTR a MTBF

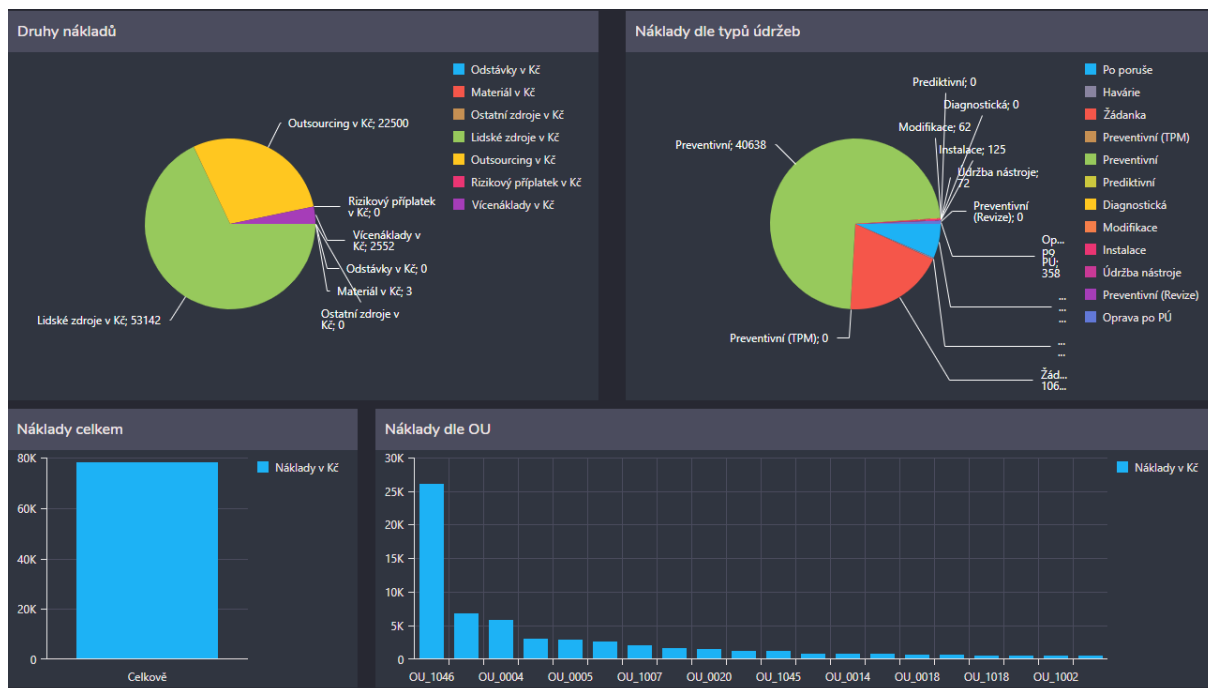
- b) Napojení aktiv přes senzory (SCADA), preventivní údržba. Cílem je, aby porucha nenastala a těmito nástroji management rozhoduje kdy je čas na opravu, výměnu. To za vás žádný software nerozhodne.
- c) Opět jde o co nejpřesnější data, ať již od senzorů nebo statistik (Weibullovo rozdělení)



Obr. 2 Vypočtené parametry Weibullova rozdělení

- d) Operativní odstraňování poruch souvisí s údržbou po poruše. Podle klíčových parametrů rozhodnout o prioritách odstranění údržby. Sklad, jako nedílná součást předpřipravených náhradních dílů pro opravy
- e) Zde jde především o ekologii a zvažování výměny dosluhujících aktiv.

- f) Zde lze software využít pro uchovávání dokumentů (revize, opravy), řízení dokumentace
- g) Pro management zajistit a zobrazit adekvátní data o nákladech provozu, výpadků, prostojích v důsledku výpadků



Obr. 3 Druh nákladů

- h) Vést a management managementovat majetek na jednom místě přehledně

V dataPartner jsme vsadili na universálnost při vývoji ISŘU Patriot® 3.0® 3.0 EAMS (Enterprise Asset Management Systems).

Při realizaci úzce spolupracujeme s odborníky z Technické fakulty České zemědělské univerzity a s Českou společností pro údržbu.

2. Objekt

Objekt jako základ modelu pro popis.

V systému ISŘÚ Patriot® 3.0 lze pospat takřka jakýkoliv model, o kterém potřebujete mít

☐	Evidenční číslo	Název	Druh objektu	Sériové/výrobní...	Inventární číslo	Skupina obje...	Org. jednotka...	Režim objektu	Vyžaduje sch...	MTTR/MTBF	Barva budovy - A...
☐	Q	Q		Q	Q				(Vše)	(Vše)	Q
☐	OU_1051	Areál	Pozemek		1	Areál	Máj	Neomezený	☐	☐	
☐	OU_1052	Budova administrati...	Budova		2	Budovy	Máj	Neomezený	☐	☐	červená
☐	OU_1053	PC All-in-One	Kancelářské vybavení		3	Elektrická zařízení	Máj	Neomezený	☐	☐	
☐	OU_1054	Monitor 24"	Kancelářské vybavení		4	Elektrická zařízení	Máj	Neomezený	☐	☐	
☐	OU_1055	Notebook 15,6"	Managerské vybavení		5	Elektrická zařízení	Máj	Neomezený	☐	☐	
☐	OU_1056	Stůl kancelářský 1,5 ...	Kancelářské vybavení		6	Nábytek	Máj	Neomezený	☐	☐	
☐	OU_1057	Skříň kancelářská	Kancelářské vybavení		7	Nábytek	Máj	Neomezený	☐	☐	
☐	OU_1058	Radiátor	Sanita		8	Zařízení budov	Máj	Neomezený	☐	☐	bílá
☐	OU_1059	Radiátor 1	Sanita			Zařízení budov	Máj	Neomezený	☐	☐	

Obr. 4 Objekty údržby

informace, pro lepší vedení

Díky této universálnosti je možno podchytit aktiva, pracovat s nimi, vyhodnocovat a zobrazovat požadované informace o nich.

Můžete mít záznamy od areálu až po ruční nářadí.

Detail objektu údržby

Evidenční číslo: OU_1051
Název: Areál
Druh objektu: Pozemek
Skupina objektů: Areál
Inventární číslo: 1

Obrázek: 

Nastavení | Obecné info | Přípravky | Měřidla | Náhradní díly | Checklisty | SCADA | Notifikace | TPM | Sazby | Program údržby | Otevřené údržby | Historie | Technické údaje

Vlastnosti

Nákladové středisko: 999 (N_Středisko)
Org. jednotka pro provádění údržby: Máj
Stav objektu: Provoz
Režim objektu: Neomezený
Nadřazený objekt: Vyběr...
Popis objektu: Popis objektu

Akce

Aktivní: ☒
Nabízen k jednorázové údržbě: ☒
MTTR/MTBF: ☐
Vyžaduje schvalování údržby: ☐
Přípravek: ☐
Provádí prediktivní údržbu: ☐
Outsourcing: ☐

Odebrat obrázek

Nová údržba | Pozice na layoutu | Dokumentace | Hierarchie objektů

Obr. 5 Detail objektu údržby - areál

Detail objektu údržby

Evidenční číslo: OU_0001
Název: Kotoučová bruska KBRL21
Druh objektu: Ruční nářadí stacionární
Skupina objektů: Nářadí
Inventární číslo: 12154

Obrázek: 

Nastavení | Obecné info | Přípravky | Měřidla | Náhradní díly | Checklisty | SCADA | MTTR/MTBF | Notifikace | TPM | Sazby | Program údržby | Otevřené údržby | Historie | Technické údaje

Vlastnosti

Nákladové středisko: 213213 (N_Středisko_2)
Org. jednotka pro provádění údržby: Brusíř...
Stav objektu: Servis/údržba
Režim objektu: Omezený
Nadřazený objekt: Vyběr...
Popis objektu: stolní kotoučová bruska

Akce

Aktivní: ☒
Nabízen k jednorázové údržbě: ☒
MTTR/MTBF: ☒
Vyžaduje schvalování údržby: ☐
Přípravek: ☐
Provádí prediktivní údržbu: ☐
Outsourcing: ☐

Odebrat obrázek

Nová údržba | Pozice na layoutu | Dokumentace | Hierarchie objektů

Obr. 6 Detail objektu údržby - bruska

Všechny informace o objektech jsou zaznamenány v přehledných obrazovkách a není problém, pokud by vám chyběly informace doplnit kartu o tyto informace.

3. Personál

U personálu je třeba kontrolovat dovednosti a kurzy.

Všechny kurzy s končící platností lze dohledat na kliknutí myši

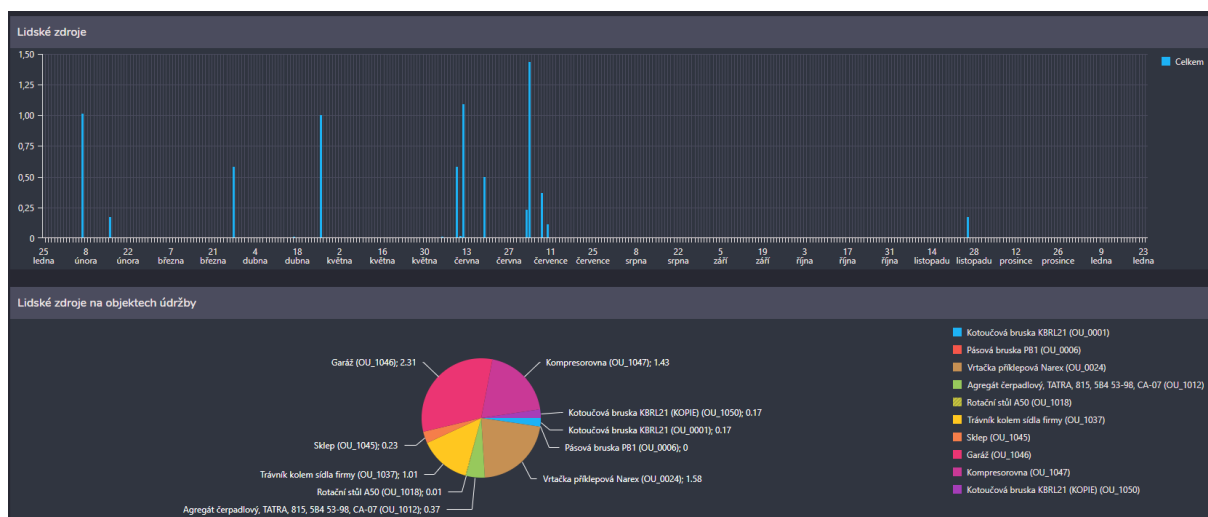
Dovednosti, kurzy - Upravit

Základní informace	Zařazení	Kontaktní údaje	Fotografie
Jméno * Ada	Oddělení Vyber...	E-mail admin@firma.cz	Obrázek Obrázek
Příjmení * Admin	Nákladové středisko Vyber...	Telefon 1	
Osobní číslo * 000	Profese Vyber...	Telefon 2	
Ostatní			
Aktivní ☒	Uživatel Patriotu ☒	Zdroj pro údržbu ☒	Externista ☐
Org. jednotka pro provádění údržby *			
Název			+
Firma			+
Dovednosti, kurzy			
Název	Popis	Datum absolvování	Platnost
Mechanik	lísy, tlakové nádoby	06.09.2024	01.08.2024

Přílohy

Obr. 7 Dovednosti, kurzy

Pracujeme se zadanými daty, aby management věděl o využití lidských zdrojů, jejich času stráveném na řešení problémů ohledně aktiv.



Obr. 8 Přehled - lidské zdroje

Samozřejmostí je napojení systému ISŘÚ Patriot® 3.0 na docházkový systém.

4. Sklad

K údržbě aktiv je zapotřebí materiál pro údržbu.

Mít přehled o tom, jaký materiál bude v nejbližších dnech zapotřebí. Alokace materiálu, skladové umístění materiálu

Identifikátor skla...	Název	Popis	Skupina položek	Cena	Měrná jednotka	Minimální...	Maximální množ...	Celkové množství	Disponibilní zůsta...	Kritičnost
SK_000017	Filtr	vzduchový filtr	Filtry	4 997,68 Kč	ks	1	6	0	-6	Nízká
SK_000018	Šroub M8		Spojovací materiál	0,72 Kč	ks	10	400	99	83	Nízká
SK_000019	Matice M8		Spojovací materiál	0,96 Kč	ks	10	100	25	25	Nízká
SK_000020	Těsnění		Těsnění	129,3 Kč	ks	2	10	5	-5	Nízká
SK_000021	Hydraulický válec	Hydraulický válec	Hydraulika	2 200 Kč	ks	1	2	0	-1	Střední
SK_000022	Čidlo tlaku		Čidla	135 Kč	ks	1	4	4	2	Nízká

Obr. 9 Skladové zásoby

Skladové karty jako základ pro vedení skladu.

Identifikátor skladové karty

SK_000017

Název *

Filtr

Skupina položek *

Filtry

Obrázek



Označení

123456789

Popis

vzduchový filtr

Aktivní?

☒

Kritičnost

Nízká

Cena

4 997,68 Kč

Dokumentace

Měrná jednotka *

ks

Minimální množství

1

Maximální množství

6

Rezervované množství

6

Celkové množství

0

Export dat pro tisk štítků

Vytvořit obecný pohyb

Odebrat obrázek

Skлады

Úložisté

Pohyby

Dodavatelé

Objekty údržby

Rezervace

QR kód

Název skladu	Zodpovědná osoba	Organizační jednotka	Aktivní?	Minimum	Maximum	Množství na skladě	+
Q	Q	Q	(Vše)	Q	Q	Q	
Centrální paternoster	Evžen Drát	Firma	☒	1	1	0	↻
Mechanici	Nora Černá	Firma	☒	2	3	0	↻
Skříň na hale	Josef Místřík	Závod 1	☒	1	2	0	↻

Obr. 10 Skladová karta

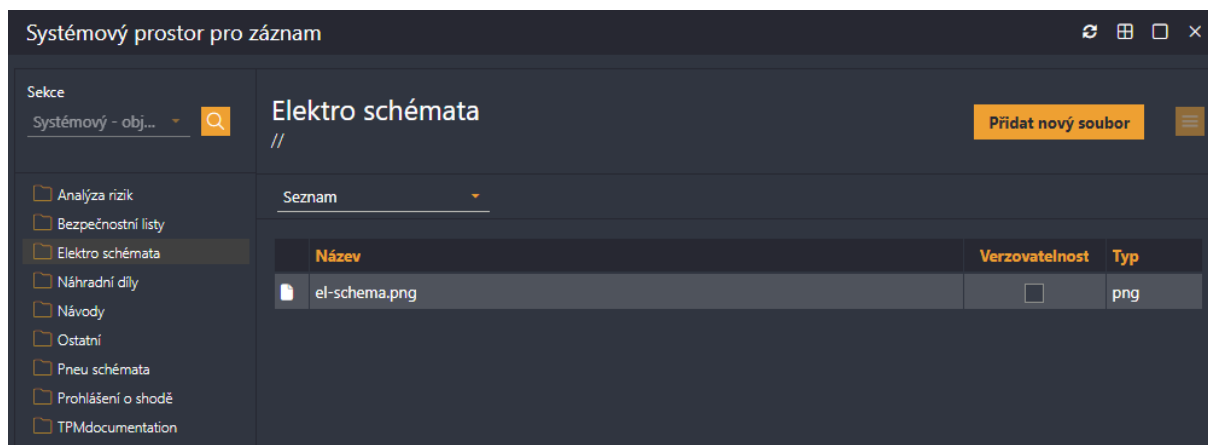
ISŘÚ Patriot® 3.0 má svůj vlastní sklad pro údržbu aktiv. Je možno jej napojit na firemní sklad v ERP.

5. Dokumentace

Dnešním trendem je bezpapírová kancelář.

V systému ISŘÚ Patriot® 3.0 je realizován základní DMS pro třízení a zaznamenávání dokumentace.

Systém pracuje se všemi kancelářskými dokumenty, umí je třídit v uživatelských složkách, verzovat a zobrazovat.

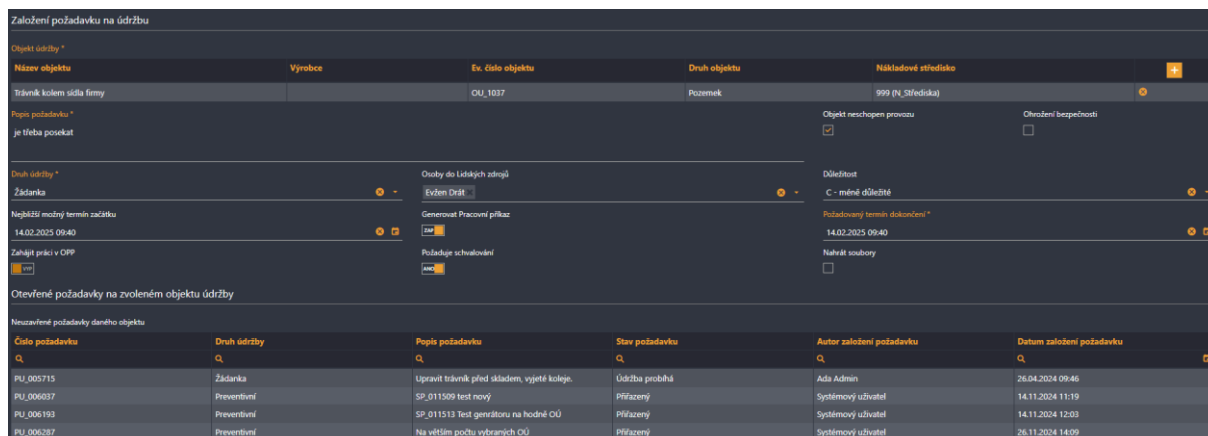


Obr. 11 Dokumentace k objektu

6. Údržba aktiv

Všechny informace zavedené v systému spojí do jednoho celku systém údržby aktiv.

Údržba je v systému ISŘÚ Patriot® 3.0 základním kamenem pro práci s aktivy.



Obr. 12 Požadavek na údržbu

Na každý objekt v systému lze založit údržbu, a to jak plánovanou nebo korektivní.

Tímto krokem se alokují potřebné materiály, přiřadí klíčový lidé a vygenerují patřičné dokumenty.

Dokumenty jako třeba pracovní příkaz, který musí obsahovat

- Jaký úkol a na jakém objektu má být vykonán – pomocí označení objektu QR kódem je vyvolána údržba. Možnosti specifikovat konkrétněji závadu, poříditi fotografii závady.
- Kdy má být úkon vykonán – prioritizace jednotlivých úkolů v rámci nastavení rolí v systému. Od možnosti prioritizace jednotlivých pracovníků údržby až po vedoucí směny atd.
- Jaké nářadí, materiál a náhradní díly jsou třeba k vykonání údržby – systém ISŘÚ Patriot® 3.0 má vlastní sklad údržby tak je možno tento sklad údržby napojit na

systém podnikového ERP. Provázáním se systémem ERP lze zjednodušit nákup komponent potřebných k údržbě.

- Kolik stála provedená údržba, kolik bude stát – náklady na jednotlivé údržby, stroje, objekty jsou dostupné na „jedno kliknutí“. Systém zobrazuje jednotlivé náklady údržby tak i vývoj těchto nákladů v čase.
- Byla údržba vykonána řádně a v čas? – tento požadavek na „potvrzení“ údržby je zakomponován v systému jako Výkazy práce k potvrzení. Kde lze nastavit, zda údržba na objektu je ještě třeba potvrdit, kdo schválí údržbu a v jakém časovém intervalu.

7. Preventivní údržba a její uplatnění

Z pohledu údržeb Asset managementu je preventivní údržba chápána jako optimální nastavení poměru periodické a diagnostické údržby. Důležitou součástí této údržby a jejího vyhodnocování jsou historická data.

V ISŘÚ Patriot® 3.0 je preventivní údržba samozřejmostí, problémem jsou relevantní data. Pokud máme data následuje jejich analýza a vyhodnocení

V predikce využíváme pro vyšší životnosti objektů předcházením výskytů poruch a s tím spojené i snížení nákladů na provádění údržeb.

Detekcí vznikajících poruch ještě, než nastanou nebo se aktiva přiblíží kritickému bodu je cílem preventivní údržby v ISŘÚ Patriot® 3.0.

Jednou z možností preventivní údržby je využití této údržby jako řešení nedostatku kvalifikovaných pracovníků.

8. Závěrem

Při plánování pořízení Asset managementu je nutné projít úskalím firemní nepružnosti, neochotě vedení nebo nedostatečné informovanosti.

Pokud se Vám podaří těmito úskalími prokličkovat, dostáváte se blíže k Průmyslu 4.0.

Cílem pořízení Asset managementu a třeba i ISŘÚ Patriot® 3.0 je měřit a vyhodnocovat KPI

Klíčové indikátory výkonnosti (KPI – Key Performance Indicators) platí pro veškerý fyzický majetek, ať již průmyslový majetek, infrastrukturu či občanské stavby nebo pro dopravní systémy atd. Tyto indikátory se mají používat:

- a) k měření stavu
- b) k porovnávání (s použitím interních a externích srovnávacích zkoušek)
- c) k diagnóze (analýze silných a slabých stránek)
- d) k identifikaci a vymezení cílů, které se mají dosáhnout
- e) k plánování zlepšovacích zásahů



f) k pravidelnému měření změn v čase.

A to není vše ISŘÚ Patriot® 3.0 od firmy dataPartner již umí.

9. Použitá literatura

[1] LEGÁT, V., Asset management – moderní cesta k lepší údržbě a využití majetku, 2013

[2] TESAR, L., Přínosy a úskalí řízení údržby v koncepci Průmysl 4.0, 2022

Kontakt

Michal Čupera

dataPartner s.r.o.

Senovážné náměstí 15, 37001 České Budějovice

Tel.: + 420 380 420 141, + 420 724 379 531, E-mail: michal.cupera@datapartner.cz



Česká společnost pro jakost, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1
Role údržby v asset managementu, 11. 2. 2025, Praha

ISBN 978-80-02-03079-9

Role údržby v asset managementu

Sborník přednášek

kolektiv autorů

1. vydání

rok vydání 2025, Česká společnost pro jakost

vazba brožovaná, 43 stran