

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o problematice ekodesignu v oblasti obráběcích strojů. V první části práce provedena analýza současných legislativních požadavků na oblast Ecodesignu.

V druhé části provedena rešerše v oblasti současných metod ecodesignu a energeticky efektivních komponent.

Závěrem práce je popsáno vlastní doporučení v oblasti ecodesign.

ABSTRACT

This bachelors thesis discusses the issues of Ecodesign in the machine tools.

The first part of the thesis includes analysis of current legislation requirements in Ecodesign.

The second part of the thesis includes researches in Ecodesign and energy efficient components.

In conclusion of the thesis described personal recommendation in sphere of Ecodesign.

KLÍČOVÁ SLOVA

LCA, EPD, Obráběcí stroje, Ekodesign, Ekologické strojírenství, Nástroje ekodesignu, Efektivita, Zelené strojírenství, legislativní nařízení

KEYWORDS

LCA, EPD, Machine tools, Machinery, Ekodesign, Eko-design, Efficiency, Machining, Sustainable design, Legislation, Ekodesign, Eko-design, Efficiency, Green machinery

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BURTSEV, Ilya. *Problematika Ecodesignu v oblasti obráběcích strojů*. Brno, 2019. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Ing., Dipl.-Ing Michal Holub, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Ing., Dipl.-Ing Michalu Holubu, Ph.D. za možnost zpracování tohoto tématu bakalářské práce.

ČESTNÉ PROHLÁŠ ENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením pana Ing., Dipl. -Ing Michala Holuba, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24.5.2019

.....

Burtsev Ilya

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	MOTIVACE	15
3	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	17
4	OBRABECÍ STROJE A JEJÍCH VÝZNAM V PRUMYSLU	18
4.1	DEFINICE OBRABĚCÍCH STROJŮ.....	18
4.2	ROZDĚLENÍ OBRABĚCÍCH STROJŮ.....	19
4.2.1	Způsobu realizace procesu řezání.....	19
4.2.2	Podle technologických možností.....	19
4.2.3	Podle stupně pružnosti.....	20
5	EKODESIGN, JEHO LEGISLATIVNÍ RÁMCE A SMĚRNICE	22
5.1	Ekodesign.....	22
5.2	Požadavky na ekodesign.....	22
5.2.1	Zvláštní požadavky.....	22
5.2.2	Obecné požadavky.....	22
5.3	Klíčový právní rámec a legislativní podpora.....	22
5.3.1	Vídeňská úmluva.....	22
5.3.2	Kjótský protokol.....	23
5.3.3	Zelená kniha.....	23
5.3.4	Pařížský protokol.....	24
5.3.5	Směrnice 2009/125/ES o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign ²⁴	25
5.3.6	Strategie Evropa 2020.....	25
5.3.7	Energetický plán do roku 2050: přechod na konkurenceneschopné nízkouhlíkové hospodářství.....	25
5.3.8	ISO 14955 „Environmental evaluation of machine tools“.....	27
5.3.9	EN ISO 14044:2006.....	28
6	PROSTŘEDKY ECODESIGNU	29
6.1	Základní rozdělení strategií ecodesignu.....	29
6.1.1	Vývoj zcela nové koncepce výrobku.....	29
6.1.2	Změna konstrukce výrobku.....	29
6.2	LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA).....	30
6.2.1	První fáze LCA: Definice cílů a rozsahu studie.....	31
6.2.2	Druhá fáze LCA: Inventarizační analýza (LCI).....	32
6.2.3	Třetí fáze LCA: Posuzování dopadů životního cyklu (LCIA).....	32
6.2.4	Čtvrtá fáze LCA: Interpretace životního cyklu.....	33
6.2.5	Příklady softwarových nástrojů ecodesignu, založených na principu LCA.....	34
6.3	ENVIRONMENTÁLNÍ PROHLÁŠENÍ O PRODUKTU (EPD).....	34
6.3.1	Cíle a principy EPD.....	35
6.4	SYSTEMOVÝ PŘÍSTUP.....	36
7	METODY ECODESIGNU V OBLASTI OBRABĚCÍCH STROJŮ	37
7.1	Energeticky efektivní chlazení a mazání.....	37
7.2	Energetická úspora.....	37
7.3	Pohony a agregáty strojů.....	38
7.4	Klidový režim stroje.....	38
7.5	Optimalizace periferií strojů.....	39

8	ZÁVĚR.....	41
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	43
10	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	47
10.1	Seznam obrázků.....	47

1 ÚVOD

Konstrukce většiny typů obráběcích strojů v posledních desítkách let prodělaly hodně změn. Nezměněnými však zůstávají požadavky kladené na stroje uživateli – přesnost a produktivita výroby, schopnost dosáhnout patřičné jakosti povrchu dílce, vysoká spolehlivost, hospodárnost v provozu a minimální dopad na životní prostředí. V dnešní době obráběcí stroje jsou složitý komplex mechanických systémů s velkými požadavky na produktivitu a kvalitu. Oblast se neustále zkvalitňuje a požadavky se také rozšiřují, včetně i požadavků na ekologické normy. Zhoršující od doby industrializace parametry životního prostředí, viditelné změny klimatu a hrozba vzniku globálního oteplování, přivedli k mezinárodním pokusům zlepšit v perspektivě světovou ekologickou situaci.

2 MOTIVACE

Moje vlastní předpoklady na zvýšení výroby průmyslových strojů v budoucnosti a spolu s ním i rostoucího negativního vlivu na životní prostředí motivovaly vybrat daný témat, abychom mohl lépe pochopit současnou situace ochrany environmentálního stavu naší Země.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Než jsem začal pracovat nad svou bakalářskou prací, pojem „ecodesign“ pro mě byl spíš zaměřen na obor architektury a krajinářství. Ve strojírenství jsem ten pojem slyšel, ale nebylo pro mě jednoznačně určeno, čím se zabývá ecodesign konkrétně – jsou to konstrukční řešení, soubor legislativních rámců nebo souhrn všeho výše uvedeného.

Nebyl jsem také jistý, v které fázi výroby produktů lze provádět nutné činnosti, aby snížil negativní vliv na životní prostředí. Zřejmý byly takové věci jako úspora energie a problematika životnosti materiálů, ale není jasný metody dosazení ke zlepšení situací v těchto sférách. Zajímalo mě, jakou legislativní podporu má oblast ecodesignu ze strany EU, a také směr států celého světa na boj proti globálnímu oteplování.

4 OBRABECÍ STROJE A JEJÍCH VÝZNAM V PRUMYSLU

4.1 DEFINICE OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

Pod pojmem „obráběcí stroj“ se rozumí nejrozšířenější druh výrobních strojů – zařízení, které zpracovává materiál nebo polotovary do žádaného tvaru, rozměru a jakosti povrchu funkčních ploch mechanickými, fyzikálními a chemickými pochody.

Zpracovávaným polotovarem bývá odlitek, výkovek, výlisek, výstřižek nebo svařenec. Zpracování polotovarů na výrobek probíhá buď bez oddělování částí materiálu, nebo s oddělováním částí materiálu, případně i s přidáváním dalšího materiálu nebo polotovaru. Podle použité výrobní technologie dělíme výrobní stroje na tvářecí, licí, svařecí a obráběcí stroje.

Samotná definice OS zní takto: Obráběcí stroj“ je výrobní stroj, který umožňuje dát obrobku žádaný geometrický tvar a jakost povrchu oddělováním materiálu ve formě třísek rezným nástrojem“ [1].

Základní funkcí obráběcího stroje je zpracovávat polotovary do žádaného rozměru, tvaru a s požadovanou jakostí povrchu odebráním materiálu ve tvaru třísek. Technologický proces při obrábění musí zabezpečovat [4]:

- Vytvoření povrchu obrobku pomocí relativních pohybů nástroje a obrobku,
- Oddělení přebytečného materiálu ve formě třísky.

Z hlediska výrobce stroje i jeho budoucího uživatele jsou důležité užitné vlastnosti, které charakterizují úroveň technických, ekonomických, estetických vlastností stroje, např. ekonomičnost výroby stroje, ekonomičnost montáže i provozu stroje, spolehlivost stroje, jeho estetický vzhled.

Základní požadavky ukázané na užitné vlastnosti obráběcího stroje z technického hlediska jsou [2]:

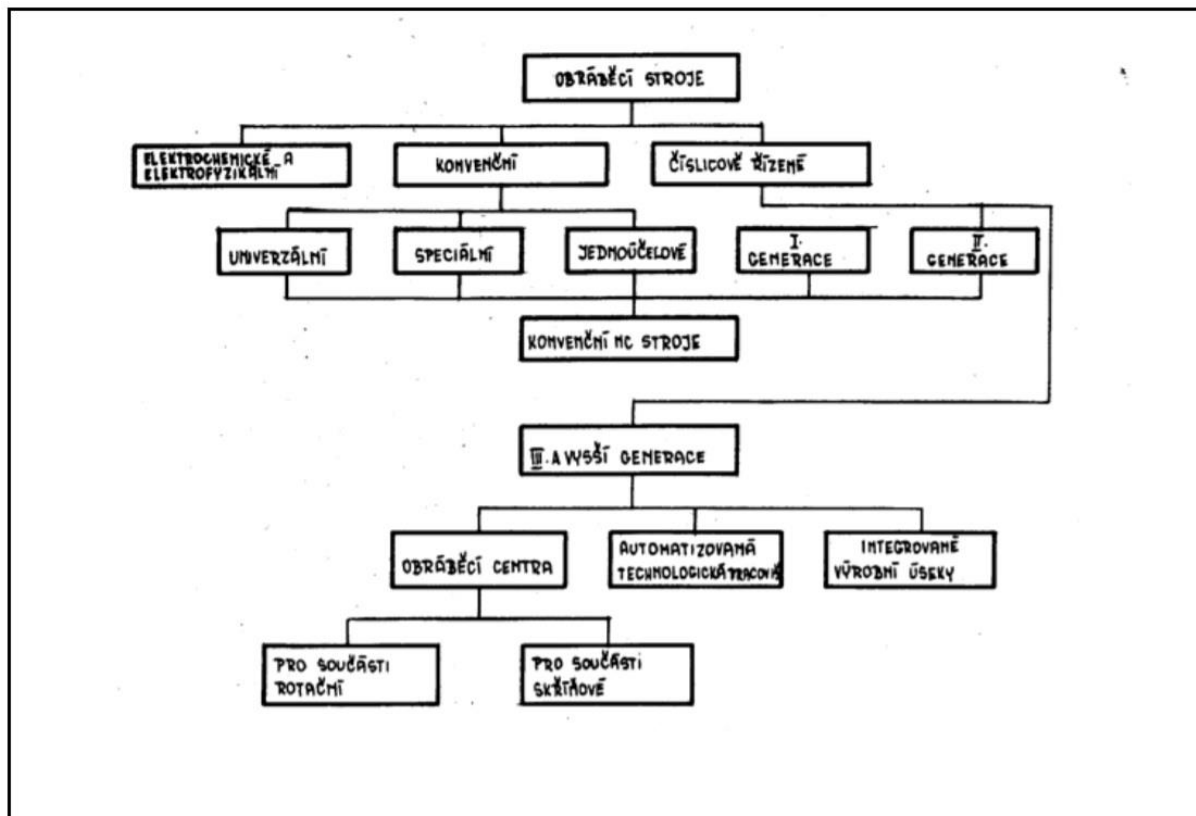
- Vysoká kvalita práce OS,
- Vysoká produktivita OS.

V dnešní době kromě výše uvedených vlastností vše více obrácená pozornost na ekologické provozní charakteristiky obráběcích strojů, jejich vliv na životní prostředí. Požadavky ecodesignu musejí harmonizovat spotřebu energií a efektivitu ke požadavky na zdroje.

Výrobce obráběcích strojů dnešním časem za pomoci inovací v technologických řešeních z důvodu rostoucích cen energií se snaží mezi sebou najít ekonomičtější provoz obráběcích strojů, zvyšovat jejich energetickou efektivnost [5].

4.2 ROZDĚLENÍ OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

Obecné rozřídění obráběcích strojů je znázorněné grafické na Obr. 1):



Obr. 1) Rozdělení obráběcích strojů [3]

Podrobněji druhy obráběcích strojů můžeme rozřídít podle:

4.2.1 Způsobu realizace procesu řezání

Podle tohoto způsobu máme následující dvě možnosti [2]:

Obráběním nástroji s geometrií určitou

- S hlavním řezným pohybem přímočarým (Protahovačky, hoblovky),
- S hlavním pohybem rotačním (Soustruhy, frézky, vrtačky, vyvrtávačky),

Obráběním nástroji s geometrií neurčitou

Příkladem strojů při této možnosti jsou brusky.

4.2.2 Podle technologických možností

3 varianty rozdělení podle technologických možností [2]:

- Universální (Soustruhy, vrtačky, frézky, brusky, vyvrtávačky),

Umožňující uplatnění více technologií na stroj.

- Speciální (Odvalovací frézky na ozubení, honovačky, superfiniš),

Pouze pro speciální technologii.

- Jednoúčelové.

Stavebnicové stroje určené pro konkrétní výrobek.

4.2.3 Podle stupně pružnosti

Příkladem jsou:

- Konvenční OS,
- Specialisované OS,
- Číslicové řízení,
- Obráběcí centra,
- Pružné výrobní systémy,
- Víceřetenové obráběcí centra,
- Pružné výrobní linky,
- Přestavitelné stavebnicové stroje,
- Jednoúčelové stroje,
- Automatické výrobní linky.

5 EKODESIGN, JEHO LEGISLATIVNÍ RÁMCE A SMĚRNICE

5.1 Ekodesign

Ecodesign (z angličtiny – economy and environment design) je pro oblast strojírenství hodnocením energetické efektivity při provozu strojních zařízení, protože jedním z hlavních faktorů při provozu stroje je spotřeba elektrické energie při zatěžování životního prostředí strojními zařízeními.

5.2 Požadavky na ekodesign

Směrnice o ekodesignu stanoví dva druhy požadavků, které jsou označené v následujících podkapitolách.

5.2.1 Zvláštní požadavky

U zvláštních požadavků se stanoví přesné hodnoty a je dán i limit. Například maximální spotřeba energie nebo minimální množství recyklovaného materiálu, jež mají být při výrobě použity [6].

5.2.2 Obecné požadavky

Obecné požadavky nestanoví mezní hodnoty, ale mohou vyžadovat [6]:

- Aby byl výrobek „energeticky účinný“ nebo „recyklovatelný“,
- Aby výrobce uváděl informace o tom, jak výrobek používat a udržovat, aby byl jeho dopad na životní prostředí co nejmenší,
- Aby výrobce provedl analýzu životního cyklu výrobku, díky níž se určí alternativní možnosti konstrukčního provedení a předloží návrhy na zlepšení.

Zavedení nových minimálních požadavků může vést k zákazu prodeje všech nevyhovujících výrobků v zemích EU. Jako příklad lze uvést klasické žárovky, které byly od roku 2009 postupně stahovány z prodeje a nahrazeny úspornými [6].

5.3 Klíčový právní rámec a legislativní podpora

V následujících podkapitolách je popsán mezinárodní vývoj v oblasti snížení negativního vlivu na životní prostředí.

5.3.1 Vídeňská úmluva

V roce 1985 byli provedeny první aktivity, zaměřené na problematiku globálního oteplování a snižování důsledků změn klimatu. Pod záštitou Organizace spojených národů (OSN) byla

přijata Vídeňská úmluva, cílem kterou byla ochrana životního prostředí a lidského zdraví před neblahodárným působením ultrafialového záření UV-B a UV-C, pronikající na zemi přes tzv. ozonové díry – oblast stratosféry s oslabenou ozonovou vrstvou. Byli předloženy první důkazy existování takové díry nad Antarktidou. Přijetí úmluvy stvrdila nutnost spolupráce v oblasti monitorování a výzkumu ozonové vrstvy, byl označen první seznam látek, degradujících ozonovou vrstvu. Nicméně nebyli stanoveny závazky týkající se výroby a použití těch látek.

5.3.2 Kjótský protokol

Hlavním z prvních mezinárodních nástrojů boje proti změnám klimatu můžeme označit Kjótský protokol, který navazuje na Rámcovou úmluvu Organizace spojených národů o změně klimatu. V roce 1997 jeho podepsali členské státy (kromě USA), tímto byli se zavázány k dlouhodobému snižování produkce skleníkových plynů. Protokolem byli určeny šest skleníkových plynů, které za výsledek mají ohřev spodních vrstev atmosféry a zemského povrchu: oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O), částečně fluorované uhlovodíky (HFCs), zcela fluorované uhlovodíky (PFCs) a fluorid sírový (SF₆) – vyjádřených ve formě tzv. uhlíkových ekvivalentů (ekvivalentu CO₂) antropogenních emisí.

Rozhodnutím rady 2002/358/ES ze dne 25. dubna 2002 Evropské společenství se zavázalo snížit emise skleníkových plynů o 8 %.

Pro účely splnění cílů snižování emise, protokol navrhuje několik nástrojů [7]:

- Posílení, nebo zavedení vnitrostátních politik zaměřených na snižování emisí,
- Spolupráce s ostatními smluvními stranami.

Nevýhoda Kjótského protokolu je v tom, že on nepokrývá všechny skleníkové plyny (např. CFC – chlorofluoruhlíky). Také minus je v tom, že v zemích Evropské unie produkce skleníkových plynů klesá, ale růst průmyslu v takových rozvojových státech, jako například Čína a Indie, vede k růstu emisí po celém světě. Kromě toho, nikdy protokol nebyl ratifikován i jedním z největších producentů znečištění – Spojených Států. Kvůli tomu, v současné době se Kjótský protokol má vliv pouze na cca 14 % celosvětových emisí skleníkových plynů [8]

5.3.3 Zelená kniha

Energetická účinnost je jedním z neúčinnějších a nejrychlejších způsobů snížení emisí skleníkových plynů, a proto EU začala kladt důraz na úsporu energie v boji proti klimatickým změnám. Jedním z prvních dokumentem zaměřeném na témat úspor energie v EU a ekologické výroby patří tzv. Zelená kniha (2005/2210(INI)) [9].

Je dokumentem pravidelně publikovaným EU od roku 1985, ale v našem případě se jedná o Zelené knize Evropského parlamentu o energetické účinnosti. Byla vydána 22. června 2005 roku v návaznosti na předchozí Zelené knihy a Lisabonskou strategii. Příští pokrok v oblasti boje proti změnám klimatu je označen v dokumentech, které jsou zaměřené na ekodesign výrobků. Jedná se o směrnice 2009/125/ES o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie a evropskou normu ČSN EN ISO 14006:2011 „Systémy environmentálního managementu – směrnice pro začlenění ekodesignu“, která specifikuje způsob možné integrace managementu ekodesignu do systému

environmentálního managementu. Cílem je integrace environmentálních aspektů do návrhu a vývoje výrobků tak, aby se snížily nepříznivé environmentální dopady produktů v celém jejich životním cyklu. Tyto dokumenty stanovují požadavky, nenavrhují však způsob jejich splnění.

5.3.4 Pařížský protokol

Pařížský protokol je novou mezinárodní dohodou v oblasti ochrany klimatu, která po ratifikaci by měla nahradit Kjótský protokol. Byl podepsán v prosinci roku 2015 na 21. zasedání konference smluvních stran COP21 (21st Conference of the Parties) v Paříži. Dohoda zavazuje smluvní strany na všechny země UNFCCC k omezení emisí skleníkových plynů na takovou úroveň, která by udržovala nárůst globální teploty pod 2 °C (do budoucna pod 1,5 °C) [10].

Kromě tohoto byli smlouvou stanoveny následující prvky [10]:

- Sjednané země navrhly podrobné národní plány, zaměřené na snížení svých emisí,
- Sjednané země souhlasili si navzájem i pro veřejnost poskytovat zprávy o naplnění stanovených cílů,
- Vlády sjednaných zemí se domluvily, že každých 5 let se budou informovat o dosažení svých cílů za účelem stanovení nových cílů,
- Smluvní země souhlasily i nadále poskytovat finanční prostředky rozvojovým zemím, pro pomoc v naplnění jejich cílů.

Od roku 2020 měla by tato dohoda nahradit Kjótský protokol.

5.3.5 Směrnice 2009/125/ES o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign

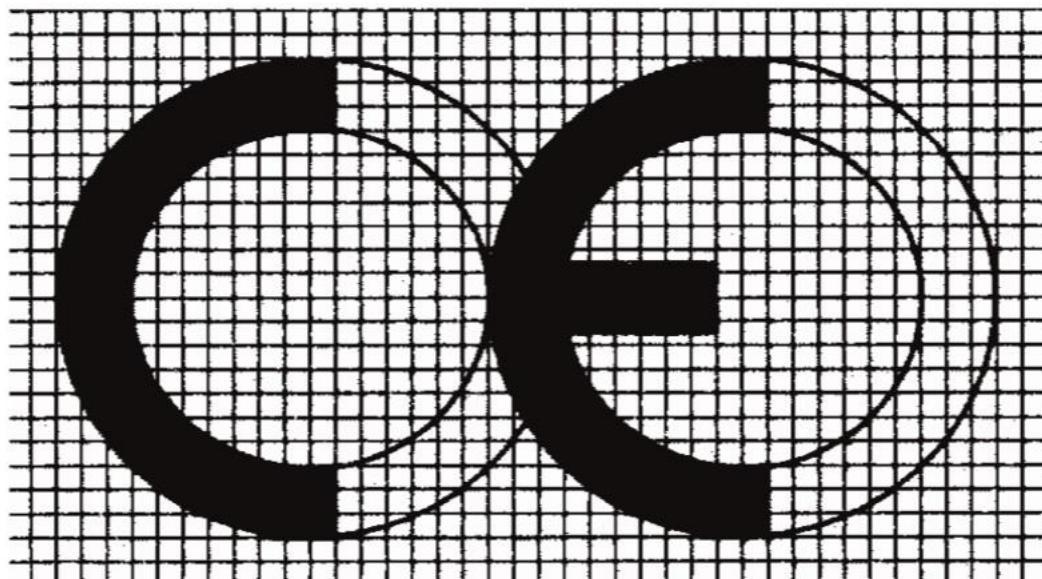
Tato směrnice stanovuje rámce se zaměřením na ekodesign výrobku spojených se spotřebou energie (Energy-related Product directive), která se zaměřuje také na výrobní a obráběcí stroje, které definovány Evropskou komisí jako prioritní skupina výrobků v rámci směrnice. Vyplývá ze rozpracovanou verzi směrnice 2005/32/ES o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign energetických spotřebičů (Energy-using Product directive) o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign energetických spotřebičů, která kvůli potřebným změnám musela být přepracovaná. Byla určena členskými státy ve Štrasburku dne 21. října roku 2009. Rozsah platnosti této směrnice se pořád rozšiřují o nové směrnice a nařízení.

Doplňuje stávající nástroje společenství pro ochranu životního prostředí. Směrnice poskytuje výhodu i samotným spotřebitelům pomocí snižování spotřeby energií při stejných funkčních parametrech, i výrobcům, které produkují úsporné výrobky k životnímu prostředí za pomocí nových vědeckých poznatků [11].

Tato směrnice by měla podporovat také zavedení ekodesignu v malých a středních podnicích a velmi malých podnicích. Toto zavedení by mohlo být usnadněno širokou dostupností a snadnou přístupností informací o udržitelnosti jejich výrobků [12].

Všechny výrobky, splňující nařízení směrnice 2009/125/ES, musí být označeny pomocí písmen “CE“ a být zapsány do Úředního věstníku EU a už jenom potom výrobky mohou mít

volný vstup na trh členských států. Jestli výrobek plní nařízení (ES) č. 1980/2000, přebírá platnost CE udělená ekoznačka kterou můžeme vidět na obr. 2) [13].



Obr. 2) Ekoznačka CE [14]

5.3.6 Strategie Evropa 2020

Strategie Evropa 2020 představuje hlavní hospodářskou reformní agendu Evropské unie s výhledem do roku 2020. Navazuje Lisabonskou strategii, časová platnost kterou vypršela rokem 2010 [15].

Byla zahájena v roce 2010 a stanoví vizi evropského sociálně tržního hospodářství pro 21. století. Proklamovaným cílem Strategie je dosažení takového hospodářského růstu, jenž bude založen na principech znalostní ekonomiky, bude udržitelný a bude podporovat začleňování, a to jak sociální, tak i územní.

Jádrem strategie je energetická účinnost, popsána v iniciativě „Evropa méně náročná na zdroje“. Tato iniciativa je zaměřena na Snížení emisí skleníkových plynů o 20 % oproti úrovním roku 1990 a zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů v konečné spotřebě energie na 20 % a posun ke zvýšení energetické účinnosti o 20 % [15].

5.3.7 Energetický plán do roku 2050: přechod na konkurenceschopné nízkouhlíkové hospodářství

15. prosince roku 2011 bylo přijato nezávazné usnesení požadující přechod Evropské unie na nízkouhlíkovou ekonomiku do roku 2050. Tímto mohla být dosažena cíl snížení emisí o více než 80 % do roku 2050, nesmí při výrobě energie v Evropě vznikat téměř žádné emise sloučenin uhlíku. Jak toho dosáhnout, aniž by se narušily dodávky energie a konkurenceschopnost, je otázka, na niž odpovídá energetický plán do roku 2050, který dnes Komise předkládá. Na základě analýzy několika scénářů popisuje dokument důsledky energetického systému bez

emisí uhlíku a potřebný politický rámec. To by mělo členským státům pomoci při volbě příslušných rozhodnutí v oblasti energetiky a při vytvoření stabilního podnikatelského prostředí pro soukromé investice, zejména do roku 2030 [16].

Klíčové prvky planu, které mají pozitivní účinky pro výsledky [16]:

- *Dekarbonizace energetického systému je technicky a ekonomicky proveditelná.*

Všechny scénáře dekarbonizace umožňují dosáhnout cíle snížení emisí a mohou být z dlouhodobého pohledu méně nákladné než současné politiky.

- *Rozhodující je energetická účinnost a obnovitelné zdroje energie.*

Bez ohledu na konkrétní zvolenou skladbu zdrojů energie je pro splnění cíle ohledně CO₂ v roce 2050 nezbytná vyšší energetická účinnost a významné zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie. Scénáře rovněž ukazují, že elektřina bude hrát větší úlohu než nyní. Ve všech scénářích figurují v různém poměru i plyn, ropa, uhlí a jaderná energie, což umožňuje členským státům, aby si za předpokladu, že bude rychle dosaženo dobře propojeného vnitřního trhu, zachovaly flexibilitu, pokud jde o jejich energetickou skladbu.

- *Včasné investice jsou levnější.*

O investicích do nezbytné infrastruktury až do roku 2030 se musí rozhodnout nyní, protože infrastrukturu vybudovanou před 30 až 40 lety je třeba nahradit. Včasným jednáním se můžeme vyhnout nákladnějším změnám za dvacet let. Vývoj energetiky v EU vyžaduje v každém případě modernizaci a mnohem pružnější infrastrukturu, jako jsou např. přeshraniční propojení, „inteligentní“ elektrické rozvodné sítě a zavedení moderních technologií s nízkými emisemi uhlíku při výrobě, přenosu a skladování energie.

- *Je třeba omezit zvyšování cen.*

Investice provedené nyní připraví půdu pro nejlepší možné ceny v budoucnosti. Ceny elektřiny do roku 2030 s nejvyšší pravděpodobností porostou, ale posléze mohou klesnout díky nižší ceně dodávek, úsporným politikám a dokonalejším technologiím. Náklady budou vyváženy vysokou úrovní udržitelných investic do evropské ekonomiky, související místní zaměstnaností a snížením závislosti na dovozu. Pokud jde o celkové náklady nebo aspekty zabezpečení dodávek, nejsou při dosahování dekarbonizace mezi scénáři velké rozdíly.

- *Jsou potřebné úspory z rozsahu.*

Evropským přístupem se ve srovnání s paralelními systémy jednotlivých členských států dosáhne nižších nákladů a zabezpečení dodávek. K němu patří i společný trh s energií, který by měl být dokončen do roku 2014.

5.3.8 ISO 14955 „Environmental evaluation of machine tools“

Vyplyvá ze SRI (Self-regulatory Initiative) účelem kterou by mělo stát splnění stanovených environmentálních cílů levnějším, efektivnějším a rychlejším způsobem než pomoci závazných požadavků bez ohraničování výkonu a funkce vyráběného stroje [17].

Finální verze normy měla by se skládat ze čtyř částí:

- ISO 14955-1 Machine tools – Environmental evaluation of machine tools – Design methodology for energy-efficient machine tools – metodologie designu energeticky efektivních výrobních strojů;
- ISO/DIS 14955-2 Machine tools – Environmental evaluation of machine tools – Methods for measuring energy supplied to machine tools and machine tool components – metody měření energie, dodávané výrobním strojům a jejich komponentům;
- ISO/NP 14955-3 Machine tools – Environmental evaluation of machine tools – Principles for testing metalforming machine tools with respect to energy efficiency – Zásady testování kovoobráběcích obráběcích strojů s ohledem na jejich energetickou účinnost;
- ISO/WD 14955-4 Machine tools – Environmental evaluation of machine tools – Principles for testing woodworking machine tools with respect to energy efficiency – Zásady testování dřevoobráběcích strojů s ohledem na jejich energetickou účinnost.

Oficiálně vydané jsou pouze první dvě částí normy, ostatní dvě části se zatím nacházejí ve stadiu rozpracování.

První vydaná část – ISO 14955-1, se zabývá metodikou konstruování úsporných z hlediska energetiky obráběcích strojů. Řeší energetickou účinnost obráběcích strojů ve fázi použití, tj. životností obráběcího stroje, představuje aplikaci standardů ekodesignu na obráběcí stroje, zejména pro automaticky ovládané a/nebo číslicově řízené obráběcí stroje.

Druhá část dokumentu, tedy ISO 14955-2, popisuje, jak jsou měření prováděna poskytnutím měřicích metod, aby se vytvořily reprodukovatelné údaje o energii dodávané do obráběcího stroje za specifických podmínek. Hluběji poskytuje metody kvantifikace energie dodávané do komponent, aby bylo možné přiřadit jejich podíl ke generalizovaným funkcím obráběcích strojů, jak je popsáno v normě ISO 14955-1.

Podporuje metodologii pro úsporu energie podle normy ISO 14955-1 tím, že poskytuje metody měření energie dodávané do obráběcích strojů. Přiřazení dodávané energie k funkcím obráběcího stroje vyžaduje měření na úrovni součásti obráběcího stroje. Tato měření musí být reprodukovatelná a nezávislá na podmínkách, které nejsou zaznamenány a dokumentovány.

Výsledky měření jsou určeny k dokumentaci vylepšení konstrukce, konkrétně v rámci energetických aspektů, a / nebo k umožnění vyhodnocení energie, která je součástí výroby

daného dílu daným obráběcím strojem. Jakékoliv srovnání vyžaduje stejné podmínky a zajišťuje specifikaci a měřením dosažení podobných výsledků.

Ve svém celku by norma měla se zabývat postupem měření, vyhodnocením dat a stanovením závěrů u životního prostředí strojů.

5.3.9 EN ISO 14044:2006

ISO 14040: 2006 - nejvýznamnější norma pro ochranu životního prostředí v rámci posuzování životního cyklu výrobku, popisuje zásady a rámec pro posuzování životního cyklu (LCA) včetně: vymezení cíle a rozsahu LCA, fáze analýzy životního cyklu (LCI), fáze posuzování dopadu životního cyklu (LCIA), života fáze interpretace cyklu, podávání zpráv a kritické hodnocení LCA, omezení LCA, vztah mezi fázemi LCA a podmínky pro použití hodnotových voleb a volitelných prvků.

Nahrazuje dřívější normy EN ISO 14040:1997; EN ISO 14041:1998; EN ISO 14042:2000 a EN ISO 14043:2000. ISO 14040: 2006 zahrnuje studie hodnocení životního cyklu (LCA) a studie inventarizačního životního cyklu (LCI). Norma poskytuje takové pokyny a požadavky pro posouzení LCA a LCI jako [18]:

- Cíl a rozsah definice LCA,
- Analýza dopadů životního cyklu (LCIA),
- Interpretace fází životního cyklu,
- Inventarizační analýza životního cyklu (LCI),
- Sestavení omezení LCA,
- Vztah mezi jednotlivými fázemi LCA,
- Hlášení zpráv a kritické přezkoumání LCA,
- Podmínky pro použití hodnoty a volitelných hodnot.

Nepopisuje podrobně ani techniku LCA, ani nestanoví metodiky pro jednotlivé fáze LCA.

Více v kap. 6.2.

6 PROSTŘEDKY ECODESIGNU

6.1 Základní rozdělení strategií ecodesignu

Existující strategií ecodesignu jsou závislé na tom, ve kterém stadiu výrobek je. Má produkt změnu konstrukce nebo jde o vývoje zcela nové koncepce.

6.1.1 Vývoj zcela nové koncepce výrobku

V případě, že půjde o vývoj zcela nové koncepce výrobku je třeba se soustředit ne na hmotnou stránku výrobku, ale na funkci, kterou má budoucí výrobek zastávat a způsob, jak jí bude plnit. Z hlediska snížení negativního dopadu na životní prostředí je pak zapotřebí zvážit následující možnosti [19]:

- Dematerializaci (možnost náhrady výrobku službou),
- Možnost společného užívání (společné vlastnictví výrobku),
- Integraci funkcí (náhrada více výrobků jedním),
- Funkční optimum (např.: vícenásobné balení).

6.1.2 Změna konstrukce výrobku

V případě, že nejde o úplnou změnu koncepce, ale o změnu konstrukce výrobku, rozeznává se sedm druhů strategií ekodesignu, které lze podle oblasti jejich působení, rozdělit do tří skupin na [19]:

- *Strategie zaměřené na složení výrobku.*

Do strategií založených na složení výrobku se řadí:

- Výběr materiálů s nízkým negativním vlivem na životní prostředí,
- Snižování spotřeby materiálů.

- *Strategie zaměřené na stavbu (strukturu) výrobku.*

Do strategií zaměřených na stavbu (strukturu) výrobku se řadí:

- Optimalizace výrobních procesů;
- Optimalizace distribučních systémů výrobku;
- Snížení negativního dopadu na životní prostředí během používání výrobku.

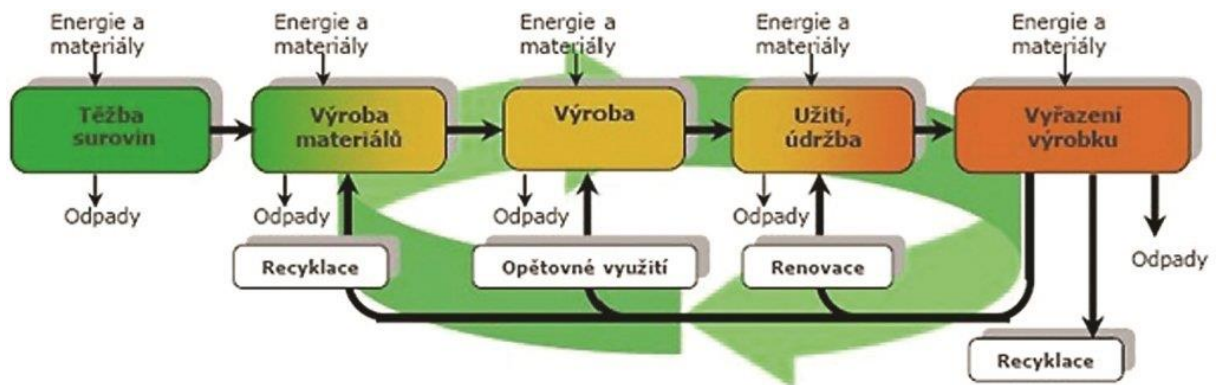
- *Strategie zaměřené na obslužné systémy.*

Do strategií zaměřených na obslužné systémy se řadí:

- Optimalizace životnosti výrobku,
- Optimalizace způsobů likvidace výrobků.

6.2 LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)

Ekodesign nám pomáhá pochopit aspekty kvality a designu produktu, nástrojem pro komplexní hodnocení možných environmentálních dopadů obnovitelných zdrojů energie s ohledem na celý jejich životní cyklus je metoda LCA (je zkratkou z anglického pojmu „life cycle assessment“ – Posuzování životního cyklu). Pod pojmem životního cyklu výrobku se přitom rozumí všechna stádia života výrobku od získávání surovin potřebných k jeho výrobě, přes výrobu materiálů, výrobu vlastního výrobku a používání výrobku včetně likvidace použitého, již nepotřebného výrobku [20]. Grafické znázornění na obr. 3).



Obr. 3) Schémata životního cyklu podle LCA [20]

LCA tedy používá přístup hodnocení tzv. „cradle-to-grave“ (čes. – od kolébky do hrobu), znázorněnou na obr. 4), při kterém jsou brány v úvahu všechny fáze životního cyklu od získávání surovin až po konečné odložení odpadu do země. Ve skutečnosti je velmi složité u každého materiálu vyčíslit fáze životního cyklu od dopravy z výroby na staveniště až po jeho likvidaci, případně recyklaci, a to především z důvodu nedostatku přesných dat. Jedná se v podstatě o predikci budoucnosti za 50 či více let [21].



Obr. 4) Grafické znázornění životního cyklu. [21]

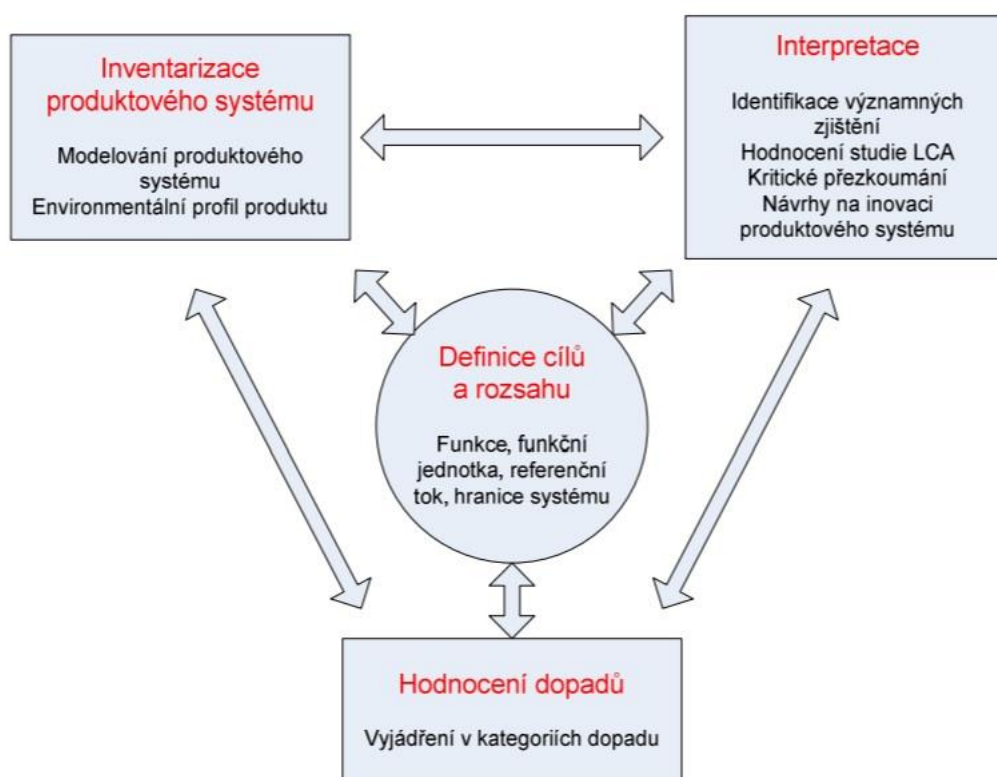
LCA je dynamicky se rozvíjející metoda představující mezioborovou disciplínu spojující jak environmentální, technologické, sociální, tak i ekonomické aspekty součinnosti lidských aktivit a životního prostředí. Ačkoli se metodika LCA neustále zlepšuje, opírá se o platné ISO normy, čímž vzniká předpoklad pro standardizaci LCA studií v budoucnosti.

Metoda LCA má pevně danou strukturu a provádí se podle mezinárodních norem řady ISO 14040, která je popsána výše v podkapitole 5.3.9.

Základní principy metody LCA jsou [22]:

- Environmentální zaměření,
- Relativní přístup a funkční jednotka,
- Perspektiva životního cyklu,
- Transparentnost,
- Iterativní metoda,
- Komplexnost,
- Vědecký přístup.

Rámec posuzování životního cyklu výrobku podle normy ISO 14040 je rozdělen do čtyř fází, grafické znázorněných na obr. 5) a popsaných v následujících podkapitolách.



Obr. 5) Grafická varianta vztahu fází LCA mezi sebou. [20]

6.2.1 První fáze LCA: Definice cílů a rozsahu studie

Prvním a nejdůležitějším krokem při rozboru LCA je definice cílů studia. Cíle by měly být jednoznačné, zcela jasné a transparentní, nejen z hlediska stanovení toho, co má být uděláno, ale také z hlediska správného pochopení důvodů provádění studie. Definováním rozsahu studie se rozumí, co vše bude do studie zahrnuto a jak dlouhý časový rámec bude ve studii obsažen.

Měly by být stanoveny, zdůvodněny a zaznamenány časové a prostorové hranice studie, hranice ekonomických procesů, environmentálních zásahů a dopadů. Kromě toho, mělo by také být určeno, jestli metoda LCA je právě ten nejvhodnější prostředek pro daný případ a pak by mělo následně zvážit výhody použití jiných metod spolu s LCA.

Při definování rozsahu studie je hlavně určit následující body []:

- Charakteristickou funkci výkonu posuzovaného systému,
- Hranici systému, která určuje, jaké procesy budou do studie zahrnuty a jaké budou ze studie vymazané,
- Funkční jednotku, tvořící základ, k němuž jsou normalizovány vstupní a výstupní údaje. Funkční jednotka také popisuje, co je objektem zkoumání a zajišťuje porovnatelnost studií LCA. Všechny následující analýzy, vstupy a výstupy jsou vztaženy k funkční jednotce,
- Tok reference, který zahrnuje všechny výstupy z procesů v daném systému produktů, kterých je zapotřebí k naplnění funkce vyjádřené funkční jednotkou.

Rozsah studie musí vždy být takový, aby výsledky byly dost přesné pro dosažení cíle studie

6.2.2 Druhá fáze LCA: Inventarizační analýza (LCI)

LCI – je fází, ve které proběhá definování produktového systému. Slouží k vyčíslení množství elementárních toků uvolněných během životního cyklu produktu do životního prostředí. Hlavním výstupem z inventarizační analýzy je tzv. inventarizační tabulka. Obsahuje kvantifikované vstupy a výstupy k životnímu prostředí spojené s funkční jednotkou z hlediska množství oxidu uhličitého v kg, fenolu v mg, železné rudy v kg, přírodního plynu v m³ apod. Vstupy představují parametry týkající se problémů spojených s ochranou zdrojů a výstupy parametry týkající se znečištění [].

Při provádění LCI se nejdříve musí stanovit hranice produktového systému, to se týká všech studií LCA. Stanovení systému hranic je nezbytné pro izolování systému od okolí. Při provádění LCA inventarizační analýza rozlišuje tři typy hranic:

- Hranice mezi ekonomikou a životním prostředím,
- Hranice mezi procesy souvisejícími nebo nesouvisejícími s produktovým systémem,
- Hranice mezi posuzovaným produktovým systémem a jinými produktovými systémy (tzv. alokace).

6.2.3 Třetí fáze LCA: Posuzování dopadů životního cyklu (LCIA)

LCIA (Life Cycle Impact Assessment) je fází, ve které výsledky inventarizační analýzy se dále zpracovávají, vyhodnocují se z hlediska jejich potenciálních dopadů na životní prostředí a zařazují se do kategorií dopadů. Cílem této fáze je prozkoumat produktový systém z hlediska životního prostředí. Mezi základní kategorie dopadů patří například vyčerpání abiotických zdrojů, dopady využití půdy, klimatické změny, úbytek stratosférického ozonu, toxicita pro lidstvo, eko-toxicita, tvorby foto oxidantů, acidifikace a eutrofizace. Pomocí charakterizačních faktorů vypočítávají se výsledky indikátorů kategorií.

Fáze LCIA musí mít následující povinné kroky:

- Výběr kategorií dopadů, indikátorů kategorie a charakterizačních modelů,

- Přiřazení výsledků indikátorů kategorie (charakterizace),
- Výpočet výsledků indikátorů kategorie.

6.2.4 Čtvrtá fáze LCA: Interpretace životního cyklu

Interpretace životního cyklu je závěrečnou fází studie LCA. Ve čtvrté fázi probíhá systematický postup identifikace, kvalifikace, kontroly a vyhodnocování výsledků LCI a/nebo LCIA produktového systému a jejich prezentace za účelem dosažení požadavků popsanych v cílech a rozsahu studie [1]. Do této fáze patří také kontrola kompletnosti, citlivosti a konzistence, analýza neurčitosti a kritické přezkoumání studie Life Cycle Assessment (LCA).

Studie LCA může sloužit k identifikaci možnosti zlepšení posuzovaného produktu ve všech jeho fázích od těžby surovin až po jeho odstranění. Mezi další možnosti použití patří srovnávání alternativních produktů, interní zlepšování výrobních systémů, komunikace s veřejností, environmentální značení produktů (EPD), odpadové hospodářství, ekodesign apod.

V této fázi máme splnit následující body [20]:

- Identifikace závažných zjištění (angl.- Significant issue) založených na výsledcích fází LCI a LCIA,
- Hodnocení (angl.- Evaluation), které bere v potaz kontrolu kompletnosti, citlivosti a konzistence,
- Formulace závěrů, omezení, doporučení.

Výsledky studie pak musejí [21]:

- Umožňovat snadnou identifikaci závislých environmentálních problémů,
- Být vypracovány tak, aby jejich vyhodnocení bylo důvěryhodné a neumožňovalo nesprávnou interpretaci či zamlžování problémů,
- Při jejich vyhodnocení projít kontrolou kompletnosti, která zjistí, zda nechybí žádný údaj, který by mohl významně ovlivnit výsledky,
- Projít kontrolou citlivosti, která sleduje ovlivnitelnost výsledků změnou vstupních údajů,
- Projít kontrolou konzistence, která bude garantovat, jestli shoda s cílem a rozsahem studie je dodržena.

Dál pro podporu výsledků studie je vhodné [21]:

- Provést analýzu neurčitosti,
- Ověřit správnost definice funkce systému, hranice systému a její funkční jednotky,
- Posoudit omezení zjištěná analýzou kvality údajů a analýzou citlivosti s cílem studie.

Do čtvrté fáze také patří kritické přezkoumání studie LCA. Kritické přezkoumání usnadňuje porozumění studii LCA, zvyšuje její důvěryhodnost. Rozsah a typ přezkoumání se definuje ještě ve fázi definice cílů a rozsahu studie. V této chvíli by mělo být také určeno kdo, jakým způsobem a do jaké hloubky bude přezkoumání provádět. Výsledkem provedení kritického přezkoumání je zpráva, která se zahrnuje do kompletní dokumentace provedené LCA studie [20].

S rostoucím zájmem o životní prostředí je metoda LCA rozvíjena po celém světě. Jejím cílem je kvantifikovat veškeré toky mezi produktovým systémem a životním prostředím a přiřadit jim potenciální environmentální dopad. Proto je tato metoda velmi komplexní, složitá a je finančně náročná. Důsledkem jsou poměrně obecné požadavky norem na zpracování LCA studií. Závěry ze studie musí obsahovat identifikaci závislých problémů vyhodnocení metodologie a výsledků pro komplexnost, citlivost a konzistenci. Na základě závěru studie jsou pak stanovena doporučení, které se týkají naplánovaného použití studie LCA. Zpráva ze studie se vypracovává podle postupu stanoveného normou. Naplnění studii je v současnosti nemyslitelné bez použití některého ze specializovaných softwarových nástrojů, využití databází procesů a vytvořených metod pro posuzování dopadů. Teprve s těmito nástroji je možné uvažovat o zpracování případové studie LCA a věnovat pozornost konkrétnějším požadavkům norem ISO.

6.2.5 Příklady softwarových nástrojů ecodesignu, založených na principu LCA

Nástroje ecodesignu jsou zjednodušené softwarové nástroje LCA. Následující z něj byli vyvinuty pomocí LCA a úspěšně používají se v dnešní době:

- Granita Design Solutions (UK),
- Makersite (Německo),
- EcodEX (USA),
- One Click LCA (Finsko),
- Paper Metrics (Francie),
- Air.e HdC (Španělsko),
- European Residual Mixes (Belgie),
- CORINE (Kanada),
- ECODESIGN+ (Rakousko),
- Instant LCA Packaging (Belgie),
- Bilan Product (Francie),
- CCaLC (UK),
- Eco-Bat (Švýcarsko),
- novaEQUER (Francie),
- Klimatkalkyl (Švédsko),
- LCA4Waste (Švýcarsko),
- PackageSmart (USA).

6.3 ENVIRONMENTÁLNÍ PROHLÁŠENÍ O PRODUKTU (EPD)

Jedním z možných způsobů prosazení politiky zvýšení zájmu o ekologické šetrné výrobky a jejich průhlednost do podniků může být tzv. environmentální značení produktů. Je dobrovolné a uplatňuje se na mezinárodní úrovni. Legislativní základ tohoto konceptu je tvořen řadou mezinárodních norem ISO 14020. Jedná se v podstatě o hodnocení vlivu výrobku nebo služby na životní prostředí a jeho označování příslušnou značkou, která může být doplněna stručnou informací o jeho vlastnostech [23].

Standardy série ISO 14020 popisují celkem tři typy environmentálních značení a prohlášení, ale ze všech třech typů environmentálních značení v kontextu bakalářské práce lze

probrat jenom III. typ environmentálního značení – Environmentální prohlášení o produktu, který avšak poskytuje nejkompexnější informace. Třetí typ podle normy ČSN ISO 14025:2006 (Environmentální značky a prohlášení – Environmentální prohlášení typu III – Zásady a postupy). Jedná se o dokument, který zahrnuje veškerou informaci o vlivu výrobku či služby na životní prostředí během jeho celého životního cyklu. Hodnocení vlivů se zakládá na metodě LCA (Life Cycle Assessment) a skládá se ze souboru měřitelných charakteristik, zjištěných podle norem ČSN ISO 14040-49 [24].

Proces vypracování Environmentálního prohlášení o produktu je vymezen normou ČSN ISO14025 a podle ní je environmentální prohlášení III. typu prohlášením, které poskytuje kvantifikované environmentální údaje, používající předem stanovené parametry, případně doplňkové environmentální informace.

Kvantifikovanými environmentálními údaji je tady myšlen soubor měřitelných charakteristik, obsahující přesné informace o dopadech výrobku nebo služby na životní prostředí během jeho celého životního cyklu. Jedná se například o takové informace, jakými je spotřeba energie, vody nebo surovin výrobkem během jednotlivých fází jeho životního cyklu. Dále pak materiálové složení výrobku, produkce různých druhů emisí přispívajících například k poškozování ozonové vrstvy, acidifikaci nebo skleníkovému efektu atd. Pro získání těchto informací se provádí podrobné posuzování životního cyklu výrobku pomocí předem stanovených parametrů, a to metodou LCA (Life Cycle Assessment). Doplňkovými environmentálními informacemi tady mohou být jak kvantitativní, tak i kvalitativní údaje [25].

6.3.1 Cíle a principy EPD

Environmentální prohlášení je textový dokument, který zpracovává výrobce nebo nezávislá organizace na zakázku výrobce. Ten dokument podle zpracovávání informuje zákazníky o možných negativních vlivech výrobků na životní prostředí.

Cíli dokumentace tedy jsou [26]:

- Prezentování zákazníkovi environmentálních aspektů výrobků a pomoc v jejich porovnání mezi sebou na základě prohlášení poskytnutých informací,
- Poskytování bud kvantifikovatelných nebo nekvantifikovatelných údajů o environmentálních dopadech výrobků během jejich celého životního cyklu,
- Odlišování produktů environmentálně šetrnějších k životnímu prostředí od méně šetrnějších,
- Zvýšení reputace environmentálně šetrných výrobků a výrobců,
- Obrácení pozornosti zákazníků a výrobců k problematice zátěže životního prostředí,
- Zvýšení zájmů zákazníků o výrobky šetrné k životnímu prostředí.

Základními principy, za kterých každé environmentální prohlášení mělo by být udělené, jsou [17]:

- Objektivita a dobrovolnost,
- Přímý vztah k normě ISO 14020,
- Založení na životním cyklu,
- Modularita a neutralita,
- Porovnatelnost,
- Zapojení zainteresovaných stran,
- Důvěryhodnost (ověřování),
- Flexibilita,
- Transparentnost.

6.4 SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP

Systémový přístup je způsobem řešení problémů, při kterém jsou jevy chápány komplexně ve svých vnějších i vnitřních souvislostech. Systémový přístup umožňuje také nalezení nejvhodnějších postupů řízení systémů.

Metoda systémového přístupu se skládá ze dvou fází – analytické a syntetické.

Analytická fáze se provádí v následujících krocích [27]:

- Zpřesňování formulace řešeného problému,
- Zpracování plánu postupu řešení problému,
- Určení cílů chování systému a objasnění jeho funkcí,
- Definování prvků a struktury systému a jeho vazeb s okolím,
- Určení kritérií pro hodnocení spolehlivosti a efektivnosti funkcí systému.

Syntetická fáze využívá výsledky a závěry z analytické fáze a provádí se v následujících krocích [28]:

- Vytvoření modelu systému a simulace jeho funkcí nebo chování vůči okolí;
- Optimalizace chování systému;
- Návrh způsobu řízení funkcí systému;
- Zajištění požadované spolehlivosti a efektivnosti systému.

Systémový přístup respektuje charakteristické systémové znaky.

Obecná teorie systémů a systémový přístup lze použít při řešení složitých interdisciplinárních problémů.

7 METODY ECODESIGNU V OBLASTI OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

7.1 Energeticky efektivní chlazení a mazání

Snahou takových metod je minimalizovat ztrátové teplo v komponentech (typicky hlavní pohony, převodovky, skříň rozvaděče). Určité teplo budeme potřebovat odvádět od stroje pomocí chladicích okruhů, je pak kapalina v těchto okruzích dochlazována buď ve výměnících kapalina/vzduch nebo v chladicích jednotkách kompresoru. Tedy v kompresorových jednotkách při nižším než nominálním, vytížení, se obvykle snižují a nominální energetická efektivita (poměr – chladicí výkon/elektrický příkon). Velmi důležité je tak znát skutečně nutné chladicí výkony, které lze zjistit jenom měřením, a správně dimenzovat chladicí jednotky.

Patří k ekodesignu i například nebezpečí, která jsou způsobená zpracovávanými materiály a látkami při obráběcím procesu (jako dýmy, mlhy nebo prach), odstranit které můžeme instalací odlučovačů a separátorů aerosolů a olejové mlhy. Je také správným směrem z hlediska ecodesignu nasazení místo olejového mazání tukovým mazáním pohyblivých částí stroje. Tímto bychom snížily spotřebu mazacích látek, které na konci své životnosti také mají negativní vliv na životní prostředí. Starší způsob mazání lineárních vedení a kuličkových matic používaný na obráběcích strojích byl založen na principu olejového ztrátového mazání. Při tomto způsobu mazání bylo nutno nastavit mazací interval velmi krátký (cca 30 minut) s ohledem na „stékání“ oleje z vedení. Při tomto režimu byla orientační spotřeba mazacího oleje cca jeden litr oleje za půl roku jednosměrného provozu. Používané mazací oleje kontaminovaly chladicí kapalinu a způsobovaly zkrácení její životnosti. Bylo tedy nutné stroje dovybavit sběrači oleje z chladicí kapaliny. Nový způsob mazání využívá jako mazací médium plastické mazivo, které má mnohem lepší mazací vlastnosti a lépe drží na místech mazání. Je tedy možné prodloužit interval mazání (až na několik týdnů). Mazací interval se určuje podle dráhy ujeté posuvovou osou. Při tomto způsobu mazání je spotřeba tuku cca 1 kg za 2,5 roku jednosměrného provozu. S takovou spotřebou a s ohledem na stabilitu tuku nedochází ke kontaminaci chladicí kapaliny [32] [33].

7.2 Energetická úspora

Se spotřebou elektrické energie během provozu stroje přímo spojen i celkový vliv stroje na životní prostředí. Takže mimo legislativní oblast lze najít další prostor pro vlastnosti úspory energie strojů, jako jsou optimalizace použitých materiálů pro stavbu stroje a optimalizace dimenzování pohonů a pomocných agregátů strojů.

Nejen vzhledem k ekodesignu, ale i k rostoucím cenám na energiích se zaměřily na možné úspory dnešní výrobce obráběcích strojů. V oblasti obráběcích procesů stroje, jsou možné dvě možnosti úspor elektrické energie [33]:

- První oblast se týká optimalizace rezných podmínek. Problémem ale je, že proces třískového obrábění dílců bývá optimalizován podle jiných hledisek, jimiž jsou zejména cyklový čas, přesnost tvaru a kvalita povrchu. Z toho vyplývá, že úspora energie je v rukou koncového uživatele stroje, který většinou určuje technologii obrábění.

- Druhou oblast tvoří optimalizace elektromagnetických obvodů motorů. Zde je výrobce závislý na výrobcích motorů vřeten a posuvů (Siemens, Heidenhain a Fanuc) a jejich vývoji.

7.3 Pohony a agregáty strojů

K optimalizaci dimenzování pohonů a pomocných agregátů strojů můžeme se dostat pomocí výpočtů. Lze stanovit potřebné velikosti krouticích momentů a výkonů motorů vřeten a posuvů a kontrolovat další kritéria z důvodů dobrého fungování servoregulace. K tomu je potřeba podrobná znalost zátěžových spekter, kterou tvoří síly potřebné k urychlování hmot, síly překonávající tření v mechanismech a rezné síly. Lze pak výsledek optimalizace ověřit měřeními na prototypu stroje a tím verifikovat, případně optimalizovat matematické simulační modely. Cílem je nasazení minimální možné velikosti motorů a pomocných agregátů, čímž se především šetří energie a materiál potřebný k jejich výrobě. Při výběru a dimenzování pohonů je nutno někdy i volit neekologická řešení – respektive kompromisy. Například pokud má mít lineární nebo rotační osa vysokou dynamiku, je nutno použít lineární či prstencové motory. Vlivem nepřítomnosti mechanického převodu mezi motorem a zátěží musí motor v tomto případě vyvíjet vysokou sílu či krouticí moment. Toho dosáhne velkými proudy ve vinutí motoru, které jej zahřívají Joulovým teplem, a to je nutno odvést. Výsledkem tohoto řešení je vyšší dynamika, ale i vyšší spotřeba energie [35].

Ohledně asynchronních motorů, využívaných v pomocných agregátech, platí od června 2011 Směrnice EU 2005/32/EG, která direktivně zavádí používání 2- až 6pólových asynchronních motorů se zvýšenou účinností. Podle IEC 60034-30 tyto motory musejí mít minimálně třídu účinnosti IE2. Nákupní cena elektromotoru s třídou účinnosti IE2 je o 20 až 30 % vyšší než cena elektromotoru s účinností IE1. Účinnost motorů je až o 7 % vyšší. Návrhová investice je závislá na provozním využití motoru v konkrétní aplikaci [36].

7.4 Klidový režim stroje

Výrobce obráběcích strojů při úsporách energií také se zaměřeně na situaci, kdy stroj neobrábí, což je z hlediska aplikace nachází se pod kontrolou výrobce stroje. Není vždy během směny stroj pohonen, protože se mění dílce, stroj se seřizuje, je přestávka, čeká se na polotovary nebo nástroje, probíhá údržba stroje a podobně. Důsledkem byla stanovená čtyři opatření k dosažení úspor energií, účelově ovládaných provozovatelem stroje [33][35]:

- Realizace důsledného vypnutí všech spotřebičů energií, jejichž činnost není nutná v režimu nouzového zastavení stroje. Jedná se zejména o různé ventilátory a chladicí agregáty. Kromě úspory energie se dosáhne i dalšího efektu, a to snížení hlučnosti stroje, které se uplatní například v době pracovní přestávky.
- Zavedení funkce automatického vypnutí hlavního vypínače po dokončení obrábění dílce. Tato funkce byla zavedena nejen kvůli úsporám, ale také kvůli častým přáním zákazníků. Je zde tedy vidět i finanční či ekologické citění z praxe.

- Zavedení funkce automatický stop stroje a je analogií dobře známého úsporného režimu, který používají osobní počítače. Funkce je aktivována, pokud je stroj po určitou dobu v klidu. Bylo změřeno, že pokud stroj neobrábí, ale je zapnut, odebírá ze sítě proud cca 6 A, který je třeba na chod napájecích zdrojů, osvětlení pracovního prostoru, činnost pomocných agregátů a regulaci servomechanismů. Obsluha stroje může rozhodnout (s ohledem na charakter práce), zda tuto funkci použije pomocí uživatelské obrazovky – viz obr. 1. Stroj po době nastavitelné v parametrech řídicího systému automaticky odpojí nepotřebné spotřebiče od elektrické energie a odebíraný proud výrazně poklesne, činný příkon se sníží podle velikosti stroje cca o 2 kW.
- Zaměření na úsporu tlakového vzduchu. Na centrální přívod vzduchu do stroje je nainstalován ventil, který po vypnutí hlavního vypínače uzavře parametricky jeho přívod.

Vyjmenovaná opatření se postupně aplikují do hardwaru a softwaru, čímž přispějí k úspoře energií. Společným příznakem mezi nimi je to, že oni nemají negativní dopad na efektivitu strojů nebo komfort ovládání uživatelem [37].

7.5 Optimalizace periferií strojů

Nejzajímavější z pohledu úspor je většinou druhá skupina spotřebičů, kterou tvoří různorodé periferie strojů. Mezi ně patří i složitější celky, jako je výměna nástrojů či palet, typickým představitelem však jsou systémy hospodaření s kapalinami a zejména mnoho čerpadel. Pokud se podíváme na střední příkony periferií, tedy kombinaci instalovaných příkonů a reálného využití komponent, u většiny obráběcích strojů zjistíme, že nejjednodušší a nejefektivnější jsou úspory právě v této oblasti.

V rámci optimalizace použitých periferických materiálů pro stavbu stroje lze zmínit kromě snahy o vyšší podíl nasazení plastů zejména úspory mědi v kabeláži, a to díky přechodu na průmyslové sběrnice signálů. Ve starších způsobech kabeláže měl každý elektrický signál vlastní vodič (případně napájecí vodiče), který vedl typicky od PLC automatu umístěného v rozvaděči stroje k příslušnému přístroji. Zavedením průmyslových sběrnic do elektroinstalace strojů dochází ke sloučení signálů z přístrojů, které se nachází na stroji ve vzájemné blízkosti, pomocí slučovače signálů a směrem do rozvaděče se pak přenáší informace po sběrnici. Kromě úspor mědi přinášejí průmyslové sběrnice snížení pracnosti a zvýšení spolehlivosti elektroinstalace.

Další alternativou energeticky úsporných opatření je řešení problematiky klimatizace výrobních prostor a teplotní temperace strojů s ohledem na jejich geometrickou přesnost. S měnící se okolní teplotou a šířením teploty z agregátů stroje se stroj deformuje. Jednou z možností dosažení vhodné výsledné přesnosti je umístění stroje do klimatizovaného prostoru a samotný stroj, resp. jeho komponenty, vhodně temperovat. Za jistých okolností je možné použít elektronické teplotní kompenzace a tím eliminovat energeticky velmi náročnou klimatizaci.

Ekologická řešení nemusejí být automaticky ekonomicky nebo technicky problematická. Někdy existují i řešení, která eliminují technické problémy na stroji, jsou energeticky méně náročná a relativně nepříznivý ekonomický dopad je poměrně rychle odbouratelný nebo zanedbatelný. Na strojích se používají historicky reflektory s halogenovými žárovkami. Jejich relativně nízká energetická účinnost – asi 2 % – jde spolu s poměrně vysokým ztrátovým teplem a tím i poměrně vysokou povrchovou teplotou svítidla. Cena svítidla je poměrně nízká, cca 1 500 Kč, což přibližně odpovídá méně než roční ceně nákladů za spotřebovanou energii. Vysoká teplota způsobuje „připalování“ chladicí emulze a jiných částic na čelním skle reflektoru a tím ztráty účinnosti osvětlení. V praxi je životnost vlastní žárovky přibližně 1 rok. Samotná údržba skla je problematická, teplo vznikající od osvětlovacího tělesa způsobuje prohřátí části stroje a tím dochází k jeho teplotní deformaci.

Náhrada za osvětlovací těleso s LED diodami dovolila snížit jmenovitý příkon svítidla asi 5x díky vyšší účinnosti a tím i výrazně snížit ztrátové teplo. Prakticky během životnosti stroje nebude nutno nikdy měnit samotný zdroj světla a výrazně poklesnou problémy se snížením účinnosti osvětlení vlivem znečištěného krycího skla. Energeticky obdobných výsledků by se dosáhlo při použití fluorescenčních výbojek. U těchto se ale nevyhneme jejich nižší životnosti a nutnosti občasné výměny.

Z pohledu na životní cyklus stroje se částka na LED svítidlo, která je asi 3x vyšší, velmi rychle amortizuje sníženými náklady na údržbu a sníženou spotřebou elektrické energie.

Ekodesign ve srovnání se standardní výrobou uplatňuje šetrnější materiály i výrobní postupy vůči životnímu prostředí i zdraví lidí [38].

8 ZÁVĚR

Výše uvedená analýza odhaluje vnitřní logiku ekodesignu: kritéria ekodesignu vytvářejí potenciální ekologické výhody pro každou fázi životnosti výrobku, což umožňuje snížit ekologický dopad výrobku po celou dobu jeho životnosti. Ne všechna kritéria ekodesignu jsou na sobě nezávislá. Ekologický přínos dosažený v jedné fázi prostřednictvím ekodesignu tak může vést k ekologickým nevýhodám v jiné fázi, a proto musí být každá z fází posuzována individuálně. To vede ke třem klíčovým otázkám:

- Kompromisní výzva: Jaká kritéria pro ekodesign by měla být vybrána?
- Realizační výzva: Jak jsou realizovány ekologické přínosy?
- Povinnost zodpovědnosti: Jak může nastat zodpovědnost za využívání ekologických přínosů ve fázích užívání a po použití?

Na všechny tři otázky bohužel nelze snadno odpovědět a měly by být zahájeny hluboké diskuse.

Princip životního cyklu a hodnocení životního cyklu (LCA) jsou tak důležité, že vyžadují integrovaný pohled na různé fáze životního cyklu a environmentální aspekty. To znamená, že vyšší zátěž v jedné fázi způsobená ekodesignem musí být kompenzována a překročena nižší zátěží v jiné fázi. nástrojů ekodesignu, které jsou schopny poskytovat podporu v situacích, kdy se jedná o kompromisy. Bohužel pomocí nástrojů je zatím stejné dost obtížné hodnocení ekologických výhod a nevýhod jednotlivých fází životního cyklu výrobku. Spolehlivé pro fázi výroby, ale po nákupu se stávají stále více nejasnými. Je to způsobeno tím, že chování spotřebitele je určeno faktory, které přesahují design výrobku a které často nejsou předvídatelné pro projektanty a výrobce.

Výrobce může zaručit potenciální ekologické výhody ve fázi výroby napříč celým dodavatelským řetězcem až do místa prodeje. V závislosti na tom, zda se jedná o výrobek nebo službu, která se v tomto okamžiku prodává, však „kontrola“ nad daným výrobkem přechází z výrobce na spotřebitele. V důsledku toho se v případech, kdy se zboží prodává, velký podíl potenciálních ekologických výhod výrobku přesahuje dosah výrobce. To znamená, že realizace ekologických výhod v průběhu celého životního cyklu výrobku závisí nejen na designu výrobku, chování uživatele a regionální infrastruktuře, ale také na vlastnictví. Tato otázka vlastnictví a dozoru nad produktem určuje odpovědnost za řízení životního cyklu produktu, což se v rámci rámcových podmínek v oblasti životního prostředí projevuje jako rozšířená odpovědnost výrobce (EPR). Je to však další důležitá zásada, která je schopna podpořit sílu ekodesignu, ale je opět složitá při realizaci.

Ekodesign je nástroj, nikoli strategie. Je to nástroj pro dosažení cílů, které se týkají zlepšení životního prostředí. Musí však být integrován do strategie, pokud se mají splnit všechny jeho ekologické výhody. Výběr / uplatňování kritérií pro ekodesign je do velké míry závislý na strategii společnosti a na typu dotčeného zboží.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] *Základy stavby obráběcích strojů*. DOI: <https://docplayer.cz/amp/3039170-Zaklady-stavby-obrabecich-stroju.html>.

[2] *VÝROBNÍ STROJE I* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: http://www.kvs.tul.cz/download/vyrobni_stroje/obrabeci.pdf

[3] *OBRÁBĚCÍ STROJE* [online]. Brno, 2002 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/img/opory/hvs_vyrobni_stroje_a_zarizeni_novotny.pdf

[4] Základní pojmy pro stavbu OS [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/3080320/>

[5] *Obrábět stejně za méně – Energetická efektivita obráběcích strojů* [online]. 19.11.2013, Strana 32 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/obrabet-stejne-za-mene-energeticka-efektivita-obrabecich-stroju.html>

[6] Požadavky na ekodesign. DOI: https://europa.eu/youreurope/business/product/eco-design/index_cs.htm.

[7] *Kjótský protokol o změně klimatu* [online]. [cit. 2019-05-25]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128060>

[8] ORGANIZACE SPOJENÝCH NÁRODŮ. KJÓTSKÝ PROTOKOL K RÁMCOVÉ ÚMLUVĚ ORGANIZACE SPOJENÝCH NÁRODŮ O ZMĚNĚ KLIMATU. *Mzp.cz* [online]. 1998 [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/\\$FILE/OMVcesky_protokol-20081120.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/$FILE/OMVcesky_protokol-20081120.pdf) Bibliografické citace dokumentu podle CSN ISO 690 a CSN ISO 690

[9] *Řešení problematiky změny klimatu na úrovni EU* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/climate-change/>

[10] *Co všechno jste chtěli vědět o klimatické konferenci OSN v Paříži?* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.osn.cz/cop21-caste-otazky/>

[11] *Sdělení Komise – Pokyny pro státní podporu v oblasti životního prostředí a energetiky na období 2014–2020* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A52014XC0628%2801%29>

[12] Zpráva o návrhu směrnice Evropského parlamentu a Rady o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie (přepracované znění) (KOM(2008)0399 – C6-0277/2008 – 2008/0151(COD)) [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=REPORT&reference=A6-2009-0096&language=CS>

[13] *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2016/ 426* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0426&from=en>

[14] *CE logo* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <http://www.ce-marking.com/CE-marking-logo.html>

[15] *Strategie Evropa 2020* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/cz/evropske-zalezitosti/evropske-politiky/strategie-evropa-2020/strategie-evropa-2020-78695/>

[16] Energetický plán do roku 2050: Bezpečná, konkurenceschopná a nízkouhlíková energetika je možná. *European Commission* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1543_cs.htm

[17] KRBALOVÁ, Maria. POSUZOVÁNÍ VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ PŘI KONSTRUKCI VÝROBNÍCH STROJŮ Z POHLEDU EMISE VYBRANÝCH SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ: ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT IN THE DESIGN OF PRODUCTION MACHINES IN TERMS OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF SELECTED. Brno, 2016. DIZERTAČNÍ PRÁCE. VUTBr. Vedoucí práce Doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

[18] *LCA (analýza životního cyklu) a EPD (environmentální prohlášení o produktu)* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/lca-anal%C3%BDza-%C5%BEivotn%C3%ADho-cyklu-epd-environment%C3%A1ln%C3%AD-prohl%C3%A1%C5%A1en%C3%AD-o-produktu-646>

[19] *Ekodesign* [online]. Praha, 2003 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/7907A38F19E1D57EC1256FC0004FE74D/\\$file/ekodesign.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/7907A38F19E1D57EC1256FC0004FE74D/$file/ekodesign.pdf)

[20] KOČÍ, Vladimír. Na LCA založené srovnání environmentálních dopadů obnovitelných zdrojů energie: Odhad LCA profilů výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie v ČR pro projekt OZE – RESTEP [online]. Praha, 2012 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <http://www.restep.cz/upload/c60540763e3846bf0746c9991e5a996f/lca-studie.pdf>

- [21] *LCA* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/lca/>
- [22] REMTOVÁ, Květoslava. *Posuzování životního cyklu: METODA LCA* [online]. Praha, 2003 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <http://www.registrpovinnosti.com/df23h54/zivotniprostredi/registrlegislativy/metodalca.pdf>
- [23] *Národní program environmentálního značení (NPEZ)* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/environmentalni_znaceni/\\$FILE/OFDN-NPEZ_v2017-20180410.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/environmentalni_znaceni/$FILE/OFDN-NPEZ_v2017-20180410.pdf)
- [24] *Environmentální značení* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/environmentalni_znaceni
- [25] *Posuzování životního cyklu* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Posuzov%C3%A1n%C3%AD_%C5%BEivotn%C3%ADho_cyklu
- [26] ENVIRONMENTÁLNÍ DEKLARACE VÝROBKU (EPD): PODLAHOVÝ VYSAVAČ ETA 1450 PROXIM. Švédsko [online]. 2005 Dostupné z: [http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFQVRF6K/\\$FILE/EPDETA-deklarace-final-final.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFQVRF6K/$FILE/EPDETA-deklarace-final-final.pdf)
- [27] *Společné a rozdílné znaky podnikového hospodaření a hospodaření v AČR* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/40207/mod_resource/content/1/Spole%C4%8Dn%C3%A9%20rozd%C3%ADln%C3%A9%20znaky%20podnikov%C3%A9ho%20hospoda%C5%99en%C3%AD%20a%20hospoda%C5%99en%C3%AD%20v%20A%C4%8CR%20%28p%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ka%29.pdf
- [28] *SVT - Společnost, věda a technologie* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: https://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/svt_www/5_soubory/5_2.html
- [29] Možnosti využití vizualizace v ekodesignu. *MM Průmyslové spektrum: Odborně-vzdělávací a zpravodajský portál z oblasti strojírenství a navazujících oborů* [online]. Praha: MM publishing, c2019 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/moznosti-vyuziti-vizualizace-v-ekodesignu.html>

[30] Jaké jsou současné trendy v obráběcích strojích. *Technický portal* [online]. Praha: Created by Sabre, c2016 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/jake-jsou-soucasne-trendy-v-obrabecich-strojich-37440.html>

[31] Ekodesign ve stavbě výrobních strojů (obráběcí stroje) II. zelené technologie. *Technický portal* [online]. Praha: Created by Sabre, c2016 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/ekodesign-ve-stavbe-vyrobnich-stroju-obrabeci-stroje-ii-zelene-technologie-16556.html>

[32] Jak na hydraulické a mazací okruhy. *MM Průmyslové spektrum: Odborně-vzdělávací a zpravodajský portál z oblasti strojírenství a navazujících oborů* [online]. Praha: MM publishing, c2019 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/jak-na-hydraulicke-a-mazaci-okruhy.html>

[33] Jaké jsou současné trendy v obráběcích strojích. *Technický portal* [online]. Praha: Created by Sabre, c2016, 7. říjen 2016 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/jake-jsou-soucasne-trendy-v-obrabecich-strojich-37440.html>

[34] Energeticky úsporné chlazení obráběcích strojů. *Nejčtenější strojírenský časopis - MM spektrum* [online]. 2013 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/energeticky-uspodne-chlazení-obrabecich-stroju.html>

[35] Obrábět stejně za méně - Energetická efektivita obráběcích20 strojů. *CNCkonstrukce* [online]. c2019 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <http://www.cnckonstrukce.cz/clanek-118/obrabet-stejne-za-mene-energeticka-efektivita-obrabecich-stroju.html>

[36] *Ekodesign v konstrukci obráběcích center.* DOI: <https://www.mmspektrum.com/clanek/ekodesign-v-konstrukci-obrabecich-center.html>.

[37] Možnosti využití vizualizace v ekodesignu. *MM Průmyslové spektrum: Odborně-vzdělávací a zpravodajský portál z oblasti strojírenství a navazujících oborů* [online]. Praha: MM publishing, c2019 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/moznosti-vyuziti-vizualizace-v-ekodesignu.html>

[38] *Energetické úspory a efektivita: cesty k českým inovacím a konkurenceschopnosti* [online]. [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <http://www.zelenykruh.cz/wp-content/uploads/2015/01/zk-energeticke-uspory-a-efektivita.pdf>

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

10.1 Seznam obrázků

OBR. 1) ROZDĚLENÍ OBRÁBĚCÍCH STROJŮ [3]	19
OBR. 2) EKOZNAČKA CE [14].....	25
OBR. 3) SCHÉMAT ŽIVOTNÍHO CYKLU PODLE LCA [20]	30
OBR. 4) GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU. [21].....	30
OBR. 5) GRAFICKÁ VARIANTA VZTAHU FÁZI LCA MEZI SEBOU. [20].....	31

