



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

Ústav konstruování a částí strojů

**Ekonomické a ergonomické aspekty při
modernizaci včelína**

**Economic and ergonomic aspects of apiary
modernization**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Tomáš NETÍK

Studijní program: Výroba a ekonomika ve strojírenství

Studijní obor: Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Vedoucí práce: Ing. Eliška Cézová, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Netík	Jméno: Tomáš	Osobní číslo: 483544
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní		
Zadávací katedra/ústav:	Ústav konstruování a částí strojů		
Studijní program:	Výroba a ekonomika ve strojírenství		
Studijní obor:	Technologie, materiály a ekonomika strojírenství		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Ekonomické a ergonomické aspekty při modernizaci včelína

Název bakalářské práce anglicky:

Economic and ergonomic aspects of apiary modernization

Pokyny pro vypracování:

1. Rešerše konstrukce včelínů a jednotlivé typy včelích úlů od počátku včelaření
2. Současný stav včelaření včetně včelařského vybavení
3. Ergonomické prvky ve včelařství
4. Návrh strojů a zařízení pro usnadnění práce ve včelařství
5. Ekonomické zhodnocení investice do modernizace včelína

Seznam doporučené literatury:

CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.
FREIBERG, František. Financování podniku. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. 183 s. ISBN 978-80-01-03636-5.
MAREK, Jakub; SKŘEHOT, Petr. Základy aplikované ergonomie. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. 118 s. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.
GROOVER, M.P. Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing. 4.vyd. Prentice Hall, 2014. ISBN 9781292076119

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Eliška Cézová, Ph.D. ústav konstruování a částí strojů FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **06.04.2022** Termín odevzdání bakalářské práce: **03.06.2022**

Platnost zadání bakalářské práce:

 Ing. Eliška Cézová, Ph.D. podpis vedoucí(ho) práce	 Ing. František Lopot, Ph.D. podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	 doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc. podpis děkana(ky)
---	--	---

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

28.4.2022 Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Ekonomické a ergonomické aspekty při modernizaci včelína“ vypracoval samostatně. Veškeré využití prameny jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

.....

Podpis

Poděkování

Děkuji Ing. Elišce Cézové, Ph.D. za odborný dohled, konzultace a její vstřícnost při vedení mé bakalářské práce. Mé poděkování patří také panu Ing. Tomáši Kellnerovi za cenné rady v oblasti ergonomie. Za konzultace v oblasti včelařství děkuji svému otci Ing. Jiřímu Netíkovi. V neposlední řadě děkuji celé své rodině a přítelkyni za neustálou podporu a za prožití krásných chvil během mého dosavadního studia.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá problematikou práce ve včelařství s využitím znalostí z ergonomie, ekonomie, automatizace a 3D modelování. Úvodem jsou stanoveny cíle práce, které spočívají ve zefektivnění a usnadnění práce ve včelařství. Pro pochopení práce je prvně v teoretické části obecně seznámení se včelařstvím, automatizací a ergonomií. Popsané ergonomické principy a metody slouží v praktické části k vyhodnocení pracovních poloh ve včelařství. Praktická část se věnuje návrhu modernizace včelína. Na základě stanovených parametrů jsou zvoleny mechanizační a automatizační prostředky. S využitím programu Autodesk Inventor Professional je dále provedena vizualizace modernizace včelína. Vyhotovené 3D modely jsou následně použity v ergonomické analýze, která je provedena pomocí softwaru Siemens Tecnomatix Jack 9.0. Předmětem analýzy je manipulace s nástavky, odvíčkování, příprava rámků a manipulace s rámkem. V rámci vyhodnocení namáhavosti manipulace s nástavky a rámkem jsou použity metody OWAS, LBA a NIOSH. Pracovní polohy jsou vyhodnoceny dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. V závěru práce je provedeno ekonomické vyhodnocení návrhu modernizace včelína.

Klíčová slova

Včelařství, ergonomie, automatizace, mechanizace, včelín, včelařské zařízení, doba návratnosti

Annotation

This bachelor's thesis deals with the topic of work in beekeeping using knowledge in ergonomics, economics, automation and 3D modelling. The purpose of this bachelor's thesis is mentioned at the outset. Its objectives aim to increase effectivity of work in beekeeping as well as simplify its processes. The thesis initially describes a theoretical part where is a general introduction to beekeeping, automation and ergonomics. The thesis continues with a practical part which focuses on the design of apiary modernization. Each mechanization and automation equipment is selected according to specified parameters. This part also includes evaluation of working postures in beekeeping using ergonomic principles and methods. The final visualization of apiary modernization is performed using Autodesk Inventor Professional. Created 3D models are used in ergonomic analysis, which is performed using Siemens Tecnomatix Jack 9.0 software. The analysis focuses on manual handling of Supers, uncapping, preparation of frames and manual handling of frames. Ergonomic evaluation of handling Supers and frames is done by using OWAS, LBA and NIOSH methods. Working postures are evaluated according to Government Regulation No. 361/2007 Coll. Finally, an economic evaluation of the apiary modernization is carried out at the end of the thesis.

Keywords

Beekeeping, ergonomics, automation, mechanization, apiary, beekeeping equipment, payback period

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	TEORETICKÁ ČÁST	2
2.1	Včelařství	2
2.1.1	Druhy včelích úlů	4
2.1.1.1	Košnice	4
2.1.1.2	Top bar hive	5
2.1.1.3	Langstrothův úl	6
2.1.1.4	Warre hive	7
2.1.1.5	Nástavkový úl Českoslovák	8
2.1.1.6	Nástavkový úl 39x24	9
2.1.1.7	Flow Hive	10
2.1.1.8	Ekonomický přehled včelích úlů	11
2.1.2	Procesy ve včelařství	12
2.1.3	Konstrukce včelína	13
2.1.3.1	Stacionární včelaření	13
2.1.3.2	Kočovný způsob včelaření	14
2.1.3.3	Automatizovaný včelín	17
2.2	Teorie automatizace	18
2.2.1	Původ automatizace	18
2.2.2	Cíle a důvody automatizace	19
2.2.3	Úrovně automatizace	20
2.2.4	Optimální automatizace	21
2.2.5	Mechanizace a automatizace ve včelařství	23
2.2.5.1	Kontrola včelstva pomocí úlové váhy	23
2.2.5.2	Ometání rámků	25
2.2.5.3	Měření kvality medu	25
2.2.5.4	Odvíčkování	26
2.2.5.5	Vytáčení medu	30
2.2.5.6	Stáčení medu	32
2.2.5.7	Získávání vosku	34
2.2.5.8	Krmení včelstva	36
2.2.5.9	Příprava rámků	37
2.2.5.10	Mechanizace při kočovném včelaření	37
2.2.5.11	Zvedací zařízení do včelína	38
2.3	Ergonomie	40
2.3.1	Ergonomický návrh pracovního prostředí	41
2.3.1.1	Ergonomické metody a nástroje	42
2.3.1.2	Ergonomické principy	43
2.3.2	Zdravotní rizika při včelaření	46
2.3.2.1	Pracovní polohy	46
2.3.2.2	Mikroklimatické podmínky ve včelíně	47

2.3.3	Aplikovaná ergonomie ve včelařství.....	47
3	PRAKTICKÁ ČÁST	50
3.1	Návrh automatizace ve včelíně	50
3.1.1	Výběr strojů a zařízení	51
3.1.1.1	Včelí váha.....	51
3.1.1.2	Ometač včel	51
3.1.1.3	Odvíčkovací zařízení	52
3.1.1.4	Medomet	52
3.1.1.5	Stáček nádoba.....	53
3.1.1.6	Separátor víček	54
3.1.1.7	Vařák na vosk.....	54
3.1.1.8	Krmítko	55
3.1.1.9	Rámková vrtačka	55
3.1.1.10	Elektrický kladkostroj.....	55
3.2	Vizualizace modernizace včelína	56
3.3	Ergonomická analýza pracovních pohybů.....	57
3.3.1	Manipulace s nástavky	57
3.3.2	Odvíčkování	58
3.3.3	Příprava rámků	61
3.3.4	Vkládání rámků do medometu.....	62
3.3.5	Vkládání rámků do nástavku	62
3.4	Ekonomické zhodnocení návrhu	64
3.4.1	Celkové roční náklady.....	64
3.4.2	Celkové roční výnosy	67
3.4.3	Investiční náklady	67
3.4.4	Opotřebením majetku	68
3.4.5	Doba návratnosti	68
3.4.6	Přepočet na jiný počet včelstev.....	69
4	ZÁVĚR.....	71
	Seznam použité literatury	72
	Seznam obrázků.....	80
	Seznam tabulek	81
	Seznam grafů	81
	Seznam příloh	81

Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Význam
GSM	Globální systém pro mobilní komunikaci
WiFi	Komunikační standard pro bezdrátový přenos dat
CNC	Počítačem řízený obráběcí stroj
IEA	Mezinárodní ergonomická asociace
ISO	Mezinárodní technická norma
EN	Evropská technická norma
ČSN	Česká technická norma
NIOSH	Státní institut pro bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti
LBA	Ergonomická metoda pro analýza spodní části zad
OWAS	Ergonomická metoda pro analýzu pracovních pozic
REBA	Ergonomická metoda pro rychlé ohodnocení pracovní polohy těla
RULA	Ergonomická metoda pro rychlé ohodnocení pracovní polohy horní části těla
DN	Doba návratnosti
IN	Investiční náklady
CF	Cash flow, výkaz o peněžních tocích
GBP	Britská libra
CZK	Česká koruna
USD	Americký dolar
EUR	Euro

1 ÚVOD

Člověk se zajímá o včely od dob, kdy poprvé zavítal do jejich společenství a ochutnal jimi vyprodukovaný med. Tento zájem je datován už od 6 000 př. n. l., tudíž včelařství patří po právu k nejstarším oborům lidské činnosti. Jedním z nositelů oboru, hospodařícím se včelami, je i moje rodina. Včelařství se věnoval můj děda a nyní pokračuje ve včelaření otec. Právě provázanost mé rodiny s tímto oborem mě vedla k volbě tématu této bakalářské práce.

Stejně jako v dalších oborech, tak i ve včelařství postupem času došlo k inovacím. I přes úctyhodné stáří oboru se i v dnešní době objevují problémy, které je možné řešit. A nyní má naše generace možnost pokračovat ve vývoji tohoto oboru. Následující stránky této bakalářské práce bych proto rád věnoval problematice ve včelařství, a při hledání řešení využil znalosti ze strojírenství.

Na území České republiky je v dnešní době nejrozšířenější způsob včelaření v nástavkových úlech. Jeden plný nástavek může dosahovat hmotnosti až 45 kg. Včelařství během roku vyžaduje po včelaři schopnost obětovat část svého volného času. Proto není překvapením, že velkou část včelařské komunity tvoří lidé v důchodovém věku. Člověku s přibývajícím věkem docházejí síly, a poté nemusí být schopen manipulovat s plnými nástavky nebo to pro něj může být velmi namáhavé. Z tohoto důvodu jsou někteří včelaři nuceni skončit se včelařením i přesto, že by se tomuto oboru chtěli věnovat nadále. Tento problém je jedním z podnětů pro psaní této bakalářské práce.

Zpočátku je mým cílem uvést čtenáře do problematiky ve včelařství. Zde jsou podrobněji probrány včelařské úkony, které tvoří základ pro navazující kapitoly. Elementární prvek ve včelíně tvoří včelí úly. Zmíněné druhy včelích úlů poukazují na možnou různorodost způsobů včelaření s návazností na klimatické prostředí dané oblasti. V závěru kapitoly o včelařství je probrána tematika včelínů.

Teoretická část se dále zabývá automatizací. Ta je podstatou při modernizaci včelína. Teorie automatizace slouží k obeznámení s jejím vývojem, důvody a úrovněmi. Uvedena je také současná automatizace ve včelařství, která je převážně tvořena mechanizačními prostředky.

Závěr teoretické části tvoří ergonomie. Popsané ergonomické principy a metody slouží v praktické části k vyhodnocení pracovních poloh. Dále jsou zmíněny rizikové faktory a ergonomické prvky ve včelařství. Teoretický základ spolu se znalostmi získanými během studia je využit k návrhu modernizovaného včelína. Ten je zhodnocen po ergonomické a ekonomické stránce a má za cíl snížit námahu práce, zvýšit produktivitu a snížit rizikové faktory.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Včelařství

Chov včel je uchvacující zájmová činnost pro včelaře po celém světě. Pro spoustu lidí je včelaření volnočasovou záležitostí, pro velkochovatele se stává plnohodnotným zdrojem příjmu. Toto tradiční odvětví se vyvíjí po mnohé generace. Nejstarší dochovanou zmínku o interakci člověka se včelami představuje skalní kresba z doby 6 000 př.n.l. v jeskyni Cueva de la Araña nacházející se u Valencie. V těchto dobách lidé pouze vybírali med z plástů v dutinách stromů, přičemž došlo ke zničení včelího díla. Dnes můžeme hovořit o udržitelném včelaření, kdy včelař chová včely v úlech. Při získávání včelích produktů nedochází k tak vážnému narušení včelího společenství a včely zde mohou žít celý svůj život. [1-3]

Včelařství nabízí velký potenciál bez nutnosti velkých investic. Není potřeba být vlastníkem velkých pozemků v porovnání s farmařením. Avšak včelařství je výhodnou doplňkovou činností při farmaření. Včela zajistí opylení pěstovaných plodin a zároveň z nasbíraného nektaru vytváří med. To není ovšem jediné, co nám včely mohou nabídnout, dalšími produkty, které se dají využít jsou vosk, pyl, propolis, včelí jed a mateří kašička. [1][2]

Včelí produkty se staly podstatou alternativní medicíny zvané apiterapie. Princip této medicíny lze lehce odvodit už z názvu, neboť se skládá z latinského slova apis (včela) a therapia (léčba). Apiterapie má za cíl pomoci člověku se zdravotními problémy, a to jak tělesnými, tak duševními s využitím včel. Zajímavostí je využití vnitřního prostředí včelíny pro relaxační a léčebné účinky. Nyní už lze různě ve světě nalézt útulně vybavené včelíny zvané apidomky (viz Obrázek 1), které si lidé mohou pronajímat pro odpočinek a uklidnění. Člověk zde dýchá příjemný vzduch plný včelích aromat za doprovodu hučících úlů. Tyto apidomky jsou běžně vybaveny průduchy vedoucích ze včelích úlů, či transparentními úly, ve kterých lze sledovat práci včel (viz Obrázek 2). Člověk má v apidomku velmi blízko ke včelám, avšak celá místnost je chráněna proti vniknutí včel, díky tomu se zde člověk se včelami vzájemně neruší. [4-6]

V přírodě má včela velmi významnou roli, zajišťuje opylení všech hmyzomilných druhů rostlin. Následně rostlina vytváří semena, díky nimž dojde k zachování jejího druhu. Včely tak přispívají k zachování příznivého životního prostředí. [1][2]

Včely mohou být pro nás i zajímavou inspirací, ukazují nám, jak výkonné dokáže být dobře fungující společenství. Uvnitř úlu panují určité zákonitosti, které se pro nás staly předmětem zkoumání. Část těchto zákonů už byla vysvětlena a díky tomu můžeme lépe porozumět dějům v úlech a následně se o včely lépe starat. Pro včelu je život ve společenství nenahraditelný. Včela potřebuje k životu pomoc ostatních členů

společensví, spolupracovat na chodu včelstva a nebýt osamocena. Bez těchto předpokladů včela hyne i při poskytnutí tepla, potravy a dalších jinak vhodných podmínek pro život. [1]



Obrázek 1 – Moderní konstrukce apidomku. [38]



Obrázek 2 - Prosklená stěna se včelami uvnitř apidomku. [38]

2.1.1 Druhy včelích úlů

Včelí úl je základním požadavkem pro chov včel, jedná se o prostor, ve kterém včely vytvářejí vše, co potřebují pro přežití. Včelám poskytuje ochranu proti napadení škůdci. Také je chrání před nepříznivými vlivy venkovního prostředí a tím nabízí příznivé podmínky pro přezimování. [1][7]

Při včelaření člověk zasahuje do včelího společenství, narušuje klidový režim včel a v některých případech dochází i k poškození včelího díla. Současně nejpoužívanější druhy včelích úlů se právě snaží minimalizovat tyto zásahy. Moderní včelí úl je konstruován tak, aby byla práce se včelami co nejméně náročná a zároveň byly udrženy nejlepší možné podmínky pro život včelstva. Nabídka variant včelích úlů je opravdu bohatá. Nelze stanovit, který druh konstrukce je pro včelaření nejlepší, protože se vždy najde včelař, který bude preferovat jiný druh konstrukce. Z tohoto důvodu na následujících řádcích zmíním nejpoužívanější druhy ve světě, v České republice, unikátní moderní konstrukci včelího úlu a pro srovnání uvedu i včelí obydlí z historie. [1][7]

2.1.1.1 Košnice

Jedná se o starobylý druh včelího obydlí, se kterým se lze v současné době setkat velmi zřídka. Košnice je tvořena z materiálů, které byly v dávných dobách snadno dostupné. Izolaci před vnějšími vlivy tvoří košík spletený ze žitné slámy, který je svázaný pomocí půlených vrbových prutů či smrkových kořenů (viz Obrázek 3). Pro zvýšení odolnosti a trvanlivosti košnice je slaměný koš z vnější strany potřen kravským hnojem. Uvnitř koše si včely po uhníždění staví tzv. volnou stavbu (viz Obrázek 4). [8-10][12]

Med se při včelaření v košnicích získává pouze jednou ročně. Při získávání medu z košnice je potřeba plásty vyřezat a následně med z plástů vylisovat. Tím dojde ke zničení včelího díla a další rok si včely musí stavět vše znovu. Pro ochranu slaměného košíku před deštěm je důležité košnici umístit pod přístřešek. Při dodržování správné péče mohou košnice sloužit i po 100 letech. Koupit v dnešní době novou košnici je obtížnější, než bylo dříve, protože časem poptávka po košnicích klesala a bylo čím dál méně lidí, kteří by se zabývali jejich výrobou. Ceny košnice se pohybují kolem 150 €¹ až 200 € (3 675 Kč až 4 900 Kč). Košnice původně pocházejí z Německa, šance na nalezení výrobce je tedy u sousedů za hranicemi o něco větší. [8-10][12]

Košnice poskytuje včelám přirozené prostředí vytvořené z přírodních zdrojů a navazuje na počátky života včel v dutinách stromů. Přirozené prostředí života včely je zde vykoupeno nevýhodami s tímto chovem spojenými. Včelaření v košnicích je určeno pro úzký okruh lidí, kteří jsou fascinováni tímto tradičním chovem a chtějí sledovat přirozený život včely. [8-10][12]

¹ Směnný kurz 1 EUR / 24,5 CZK



Obrázek 3 - Novodobý návrh košnice. [11]



Obrázek 4 - Uspořádání plástů v košnici. [12]

2.1.1.2 Top bar hive

Top bar hive je typ včelího úlu, ve kterém lze včelí dílo rozšiřovat horizontálně. Konstrukce úlu je znázorněna na Obrázku 5. Jedná se o bezrámkovou konstrukci, kde včely staví plásty na horní loučky (viz Obrázek 6). V Čechách se lze setkat i s domácím pojmenováním „Medná kráva“. Top bar hive patří ke starším typům včelích úlů, avšak díky své jednoduché a levné konstrukci je v současnosti stále hojně používán na africkém kontinentu. [13-18]

Horizontální typ konstrukce zbavuje včelaře nutnosti zvedat celé nástavky, a tak šetří včelařovi záda při práci se včelami. Při kontrole včelstva nedochází k takovému narušení klidu včel, jako je tomu u nástavkových úlů. Díky bezrámkové konstrukci se nemusí připravovat rámy a mezistěny. Nadruhou stranu, při manipulaci s plástem musí být včelař velmi opatrný, kvůli absenci rámků se plást velmi snadno trhá. Při medování nelze používat

odstředivé vytáčení medu, ale med lze získávat z plástů pouze pomocí lisování, či rozdcením, při kterém dojde ke zničení včelího díla. Víko úlu zaujímá velkou plochu, přes kterou v případě absence izolace uniká velké množství tepla. Z tohoto důvodu se Top bar hive vyplatí používat v teplejších oblastech. V Čechách lze tento úl koupit za cenu 6 500 Kč, jedna loučka vyjde na 14 Kč. [13-18]



Obrázek 5 - Top bar hive - Medná kráva. [15]



Obrázek 6 - Horní loučka s plástem. [13]

2.1.1.3 Langstrothův úl

Langstrothův úl je v současnosti nejpoužívanější typ včelího úlu. Promyšlený druh konstrukce je ceněn včelaři ve všech částech světa. S rostoucí oblibou rostl také počet publikací věnujících se chovu včel v Langstrothově úlu. Včelař má tak přístup k informacím

na internetu, v knihách či od někoho v okolí. Z tohoto důvodu je tento typ úlu vhodný i pro začátečníky. [16][17]

Konstrukce se skládá z nástavků, které lze skládat na sebe (viz Obrázek 7). Uvnitř nástavků se nachází volně položené rámkové konstrukce. Použití nástavků a rámků je zde zásadní inovací. Na rámcích si včely staví své dílo, které je při manipulaci daleko méně náchylné k poškození než dílo postavené pouze na horní loučce. Rámková konstrukce je rozebíratelná, to umožňuje kontrolovat každý rámeček zvlášť. Rozměry jednotlivých částí úlu jsou dány podle určených standardů, díky tomu lze snadno pořídit jakoukoliv dosluhující část úlu. Mezi další výhody patří snadný transport úlů, proto je také vhodný pro kočovný způsob včelaření. Nevýhody se u této konstrukce také najdou, nástavky s plnými rámkami mohou dosahovat hmotnosti až 40 kg. Manipulace s takto těžkými nástavky může při větším množství úlu způsobovat bolesti zad. Z tohoto důvodu se vyrábí nižší a tedy i lehčí nástavky, které ovšem zvyšují pracnost při včelaření. Hmotnost plného nízkého nástavku (Langstroth 2/3) se pohybuje do 25 kg. Každý nástavek pojme až 10 rámků. Cena úlu se 4 nízkými nástavky vychází na 2 640 Kč. Rámek 450x159 vyjde na 25 Kč/ks. Mezistěna Langstroth 2/3 vychází na 21 Kč/ks. [16][17][22]

Langstrothův úl přinesl světu systém nástavků a rámků. Na tomto systému stojí v současnosti většina vyráběných úlů v jednotlivých zemích na světě. Úly vyráběné v České republice se liší pouze rozdílnými rozměry jednotlivých částí úlu a případným utěplením nástavků.



Obrázek 7 - Langstrothův úl. [20]

2.1.1.4 Warre hive

Úl navržený dle kněze Émile Warrého navazuje na způsob života divokých včel. Aby se prostředí úlu podobalo přirozenému prostředí divokých včel, tedy dutině stromu, včely zde staví své dílo ve směru vertikálním. Způsob konstrukce má za cíl snížit nutnost

včelaře zasahovat do dění v úlu. Pan Warré zastával názor, že čím méně včelař vyrušuje včelstvo, tím jsou včely spokojenější a dosahují větší produktivity. [10][16][17][19]

Úl se skládá z rozměrově stejných na sebe poskládaných nástavků, ve kterých si včely volně stavějí plásty na horních loučkách. Celý úl stojí na dně s česnem a proti vnějším vlivům je shora chráněn izolační vrstvou se střešou (viz Obrázek 8). Při rozšiřování včelstva se přidává prázdný nástavek ze spodu úlu. Na základě znalostí stavby včelího díla v divoké přírodě, tedy shora směrem dolů, Warre předpokládal, že tento způsob rozšiřování úlu bude včelám vyhovovat více. Přidáváním nástavku zespod, namísto shora, navíc nedochází k vyrušení nejhojněji obsazených částí v úlu. [10][16][17][19]

Při medování jsou na podzim odebírány kompletní plné nástavky, namísto odebírání jednotlivých louček s plástem. Med z plástů je následně lisován, tudíž dochází k nevratnému poškození včelího díla. V nové sezóně, na jaře, včelař přidává do úlu prázdné nástavky s loučkami. Jeden nástavek pojme 8 louček. Cena úlu se 4 nástavky bez louček se pohybuje okolo 4 500 Kč. [10][16][17][19][21]



Obrázek 8 - Úl Warre. [17]

2.1.1.5 Nástavkový úl Českoslovák

Úl Českoslovák vznikl v roce 1960 za cílem sjednotit rámkové míry na území Československa. Konstrukce úlu pomocí nástavků a rámků vychází ze systému Langstrothova úlu. Základ zde tvoří rámková míra 37x30 cm. Uteplené nástavky jsou čtvercovitého půdorysu a pojmu až 10 rámků. Hmotnost plného nástavku může být

až 45 kg. V současnosti je tento úl stále vyráběn, zájem o něj mají spíše konzervativní včelaři. Silné zateplení nástavků se sebou přináší ovšem zvýšenou hmotnost samotných nástavků. Z důvodu vyšší váhy se od tohoto typu úlu postupně opouští. Nový utepený úl se 4 nástavky vyjde včelaře na 3 500 Kč. Rámek 37x30 vyjde na 21 Kč, mezistěna na 34 Kč. [9][23-26]

2.1.1.6 Nástavkový úl 39x24

V současnosti nejpoužívanější a zároveň nejprodávanější typ úlu v České republice je úl nástavkový 39x24 (viz Obrázek 9). Základ tvoří rámky o rozměrech 39x24, které byly mimo jiné zavedeny už v roce 1904 Františkem Adamcem. Míře 39x24 se ve včelařství říká Adamcova míra. S těmito rámkami se snadno manipuluje, což je jeden z důvodů, proč se tyto rámky těší velkému zájmu. Plný rámek váží 2 kg. Nástavky tohoto úlu patří mezi lehčí díky tenkostěnné konstrukci o tloušťce stěny 25 mm. Na většině území České republiky je tato tloušťka stěny vyhovující. Plný nástavek váží do 30 kg. Nástavek je čtvercového půdorysu, to umožňuje provádět studenou či teplou stavbu dle způsobu vkládání rámků do nástavku. Nástavky jsou navrženy pro 11 rámků 39x24 s mezerníky. Mezerník je váleček o výšce 5 mm, který je připevněn na každý rámek tak, aby v nástavku vznikla mezera 1 mm mezi jednotlivými rámkami. Mezerníky nejsou nutností v případě speciálního tvaru bočních louček. Díky dané mezeře včely nezastaví plástem dva rámky k sobě. Cena úlu se 4 nástavky je 2 800 Kč. Rámek 39x24 vyjde včelaře na 20 Kč, mezistěna na 30 Kč. [9][23][26][27]

V chladnějších oblastech, v oblastech s vyšší nadmořskou výškou je možné pořídit zateplenou verzi tohoto úlu pod označením BVD 39x24 s tloušťkou izolace 2 cm až 3 cm. Označení BVD plyne z minulosti, kdy tento typ úlu byl vyráběn Bednářským včelařským družstvem v Brně. Nevýhodou zateplených úlu je jejich vyšší váha. Úl zateplený vrstvou polystyrenu o tloušťce 2 cm se 4 nástavky stojí 3 720 Kč. U tloušťky 3 cm je cena obdobná. Počet rámků je totožný s tenkostěnnou konstrukcí. [9][23][26][27]



Obrázek 9 - Nástavkový úl 39x24. [23]

2.1.1.7 Flow Hive

Flow Hive je novinkou v oblasti včelích úlů. Flow Hive vznikl v roce 2015 jako projekt otce a syna Andersonových z Austrálie. Úl vychází ze systému Langstrothova úlu, konstrukce je tedy tvořena nástavky a rámků s léty prověřenou Langstrothovou mírou. Sestava je znázorněna na Obrázku 11. Novinkou tohoto úlu je mechanismus, který umožňuje stáčet med z úlu přímo do sklenice. Princip je založen na speciálních plastových rámcích, u kterých lze točením klikou narušit strukturu zavíčkované buňky (viz Obrázek 10). Po narušení vyteče med z každé buňky gravitační silou do kanálku ve spodu rámmu a následně vytéká vně úlu do připravených sklenic. Jakmile jsou rámmy prázdné, včelař otočí klikou v opačném směru a buňky tím vrátí do původního stavu. [28-30]

Rámmy s mezistěnou jsou vyrobeny ze zdravotně nezávadného plastu. Na rozdíl od voskových mezistěn, které jsou včelám bližší, ty plastové si včely musejí postupně osvojovat. Z tohoto důvodu je dobré plastové rámmy impregnovat včelím voskem, či polít cukerným roztokem, v opačném případě včely na takovém rámmu nemusí začít vůbec stavět. Na základě experimentu s Hive Flow úlem popsáném v časopisu Včelařství ročník 71 by měl být včelař připraven na potenciální menší výnosy medu. Ovšem pro verifikaci tohoto tvrzení je zapotřebí vyhodnotit větší množství dat, která zatím kvůli malému rozšíření tohoto úlu v České republice nejsou dostupná. [28-30]

Flow Hive velmi usnadňuje proces stáčení medu, avšak včelař by neměl zapomenout poskytovat včelám stejnou péči, jako při konvenčním včelaření. Předcházení nechtěnému rojení, ošetřování včelstva, příkrm, kontrola včelstva, zvedání nástavků a další procesy stále zůstávají na včelaři. [28-30]

Za komplexnost tohoto úlu si včelař bude muset připlatit, jeden úl s dvěma nástavky, kde každý nástavek pojme 7 rámmů stojí včetně rámmů 889 \$² (21 600 Kč). Při rozšíření úlu včelař zaplatí za nástavek se 7 rámmy 519 \$ (12 600 Kč). Flow Hive o 4 nástavcích s rámmy vyjde na 1 927 \$ (46 800 Kč). [31]



Obrázek 10 - Vpravo, standardní poloha buněk. Vlevo, poloha buněk při medobraní. [29]

² Směnný kurz 1 USD / 24,3 CZK



Obrázek 11 - Flow Hive. [31]

2.1.1.8 Ekonomický přehled včelích úlů

Srovnání výše zmíněných druhů úlů z ekonomického hlediska představuje Tabulka 1.

Tabulka 1 Ekonomický přehled včelích úlů. [10][15][21-24][27][31]

Druh	Náklady na základní včelí úľ* [Kč]	Náklady na rámek/loučku [Kč]	Náklady na mezistěny [Kč]	Náklady na kompletní včelí úľ** [Kč]
Košnice	3 800	0	0	-
Top Bar Hive	6 500	14	0	-
Langstrothův úľ 2/3	1 900	25	21	5 310
Warre Hive	3 720	14	0	4 968
Úľ Českoslovák	2 100	21	34	5 700
Úľ 39x24	2 000	20	30	5 000
BVD – 2 cm	2 270	20	30	5 810
Flow Hive	21 600	1 440	0	46 800

*v případě nástavkových úlů se jedná o sestavu Varroa dna, 2 nástavků a víka

**sestava obsahuje Varroa dno, 4 nástavky s rámků a mezistěny a víko, počet rámků v nástavku je dán typem úlu. U Langstrothova úlu 2/3 se počítá s 5 nástavky, kvůli menší míře rámků, tak aby byly velikosti srovnávaných úlů podobné.

2.1.2 Procesy ve včelařství

V této kapitole bude přiblížen průběh včelařského roku v České republice z pohledu nejrozšířenějšího způsobu včelaření, jedná se o včelaření v nástavkových úlech.

Život včel se řídí přírodními cykly, včelařský rok se proto liší od kalendářního roku. Podle období rozkvětu hlavních rostlin, dle kterých se řídí vývoj včelstva, rozdělujeme fenologicky včelařský rok do následujících období. [9]

Podletí

Podletí je základem včelařského roku. Začíná po posledním vytáčení medu a je spojené s regenerací včel. Podletí poznáme také podle rozkvětu slunečnic, jetele a vřesu obecného. V tomto období včelař ošetřuje včelstvo, odstraňuje přebytečné medníky, provádí příkrm včelstva, dají se zakládat nová včelstva a spojovat současná. [9][32][33]

Podzim a zima

Na podzim včely mohou získávat poslední pyl z rostlin jako je ocún, svazenka, hořčice a někde i ze slunečnice. V tomto období se včelstvo shlukuje do chomáče, ve kterém přečkává zimní období. Toto období je pro včely charakteristické vegetativním klidem, včelařova práce je tedy zajistit včelám nerušené přečkání zimy. V teplejších dnech pár jedinců vylétává z úlu, aby se prolétli a zároveň vyloučili, co je potřeba. Z tohoto důvodu ometáme sníh z letáku a udržujeme přes česno volný přístup do úlu. Během zimy má včelař čas připravovat včelařské vybavení na další sezónu. Jedná se například o drátkování a děrování rámků. Následně do takto připraveného rámků lze zatavit připravenou voskovou mezistěnu. Rámky se starším plástem lze vyvařením zužitkovat na výrobu včelího vosku. V případě nedostatku zimních zásob lze včelám přidat další krmivo. [9][32][33]

Předjaří a jaro

Předjaří a jaro začíná rozkvětem jívy, sněženek, bledulí, olše lepkavé a později třešně ptačí. Období klidu pozvolna ustupuje a přichází období růstu včelstva. Včelař kontroluje dostatečné zásoby v úlu, v případě nouze může do úlu dodat nové. Při kontrole se dále zjišťuje, zda-li je v úlu matka, v případě chybějící matky se včelstva spojují. Množství plodu se v úlu postupně zvyšuje a rozvoj včelstva zrychluje. Při rozkvětu ovocných stromů včely začínají vylétávat z úlu a začíná první snůška. Včelař rozšiřuje úly o další nástavky se stavebními rámků. [9][32][33]

Časné léto

Růst okvětních lístků na rostlinách, jako je řepka olejná a trnovník akát, značí období hlavní snůšky. Včelstvo dosahuje svého populačního maxima. Včelař rozšiřuje úly o nové nástavky, v opačném případě hrozí stínění včelstva, které obvykle vyvrcholí vyrojením. Usazený roj včelař sbírá do rojáčku, a přitom včely zklidňuje dýmákem. Nové včelstvo následně usadí do nového úlu. Nasbíraný med v plástech houstne, zralý med včely zavíčkují. Medobraní

se provádí při zavíčkování horní třetiny plástu. Zralost medu lze ověřit refraktometrem. Při vyndávání rámků z nástavku si včelař pomáhá dýmákem, rozpěrákem, smetáčkem, či včelařskými kleštěmi. Plné rámký včelař odvíčkuje a následně je vloží do medometu, kde se pomocí rotačního pohybu vytáčí med. Rámky se po vytočení vracejí včelám zpět do úlu, při prvním medobraní se doporučuje ponechat v rámcích část zásob včelám. [9][32][33]

Plné léto

Rozkvětem lípy malolisté začíná doba plného léta. Nastává druhá hlavní snůška, kdy se včely soustředí převážně na tvorbu zásob. Kromě lípy malolisté jsou zdrojem pylu louky, pole a lesy. Z lesů včely sbírají hlavně medovici, vytáčený med má poté odlišnou chuť a nazývá se med lesní. Hotové zásoby se při druhém medobraní mohou vytáčet do čista. Vytočením medu vrcholí včelařský rok a na závěr včelař zjišťuje stav napadení včel roztočem *Varroa destructor*. [9][32][33]

2.1.3 Konstrukce včelína

Včelíny nejsou standardizovány, proto je stavba včelína individuální záležitostí. Včelař si navrhuje včelín podle svých potřeb, tak aby pro něj byla práce ve včelíně příjemná. Včelíny lze rozdělit podle způsobu včelaření na stacionární a kočovné.

2.1.3.1 Stacionární včelaření

Stacionární včelaření znamená, že jsou úly dlouhodobě umístěny na stálém místě. Včely nosí zásoby nejčastěji z přilehlých polí nebo lesů. Druh medu se řídí aktuálně vysázenými plodinami na polích v okolí stanoviště. Při stacionárním včelaření se musí zvážit ideální poloha úlů. V blízkosti by se měly nacházet bohaté zdroje pylu a nektaru. Ideální místo poskytuje úlům dostatečný přísun slunečních paprsků a je chráněno před větrem. Včelí úly mohou stát venku samostatně na paletách nebo je lze umístit do včelínů. [41][43]

Včelín je obvykle dřevěná stavba o minimálně jedné místnosti určené pro včelí úly (viz Obrázek 12). Úly jsou zde umístěny tak, aby měly včely přístup do úlu zvenčí a uvnitř včelína pokud možno nelétaly. Včelíny řeší některé problémy ve včelaření. Díky zastřešení jsou úly chráněny před nepříznivým počasím a výrazně se prodlužuje jejich životnost. Včelař může přistupovat ke včelím úlům nezávisle na počasí. Uzamčený včelín poskytuje větší zabezpečení úlů proti krádeži, tuto ochranu lze zvýšit instalováním poplašného zařízení. Součástí včelína může být místnost na vytáčení medu, včelař zde může skladovat veškeré své včelařské vybavení. Na druhou stranu poměrně malý prostor může být při práci se včelami omezující a stavba je pro začínající včelaře poměrně náročnou záležitostí jak po stránce technické, tak i finanční. Návrh včelína by měl být dobře promyšlený, tak aby stavba poskytovala optimální podmínky při práci se včelami. Ve včelínu by nemělo chybět základní vybavení jako jsou včelařské potřeby, regály, židle, stůl, dveře a osvětlení. Pro zajištění ventilace vzduchu a přísunu slunečního světla do místnosti by měl být včelín vybaven ventilačními okny. [41-44]

Výstavba včelínů je populární převážně v Evropě. V dalších částech světa se úly nacházejí na stanovištích převážně samostatně. Před výstavbou včelína v České republice je výhodné zvážit jeho cílovou kapacitu. Při výstavbě menších včelínů si může včelař ušetřit starosti se získáváním stavebního povolení. Dle stavebního zákona č. 183/2006 Sb. stavby pro chovatelství o jednom nadzemním podlaží nevyžadují stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu, pokud je velikost zastavěné plochy do 16 m² a výška stavby nepřesahuje 5 m. [41][42]

Stavba stacionárního včelína se provádí často na zakázku ve spolupráci s místním tesařem. Někteří včelaři si celý včelín staví vlastnoručně. Pro konstrukci včelína jsou ze zkušenosti dány doporučené minimální rozměry určitých částí. Minimální výška včelína by měla být 2,2 m. Podlaha by se měla nacházet 20 cm až 40 cm nad terénem. Úly je doporučeno umístit do výšky nejméně 30 cm od podlahy. Pro pohodlné uchycení nástavků se nechává mezi jednotlivými úly 5 cm mezera. Manipulační prostor za úly má být široký nejméně 1 m. V závislosti na velikosti včelína, je dobré tyto rozměry porovnat s minimálními doporučenými rozměry pracovního prostředí, uvedených v nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [45]



Obrázek 12 - Stacionární včelín. [39]

2.1.3.2 Kočovní způsob včelaření

Stacionární způsob včelaření může být pro zkušenější chovatele a velkochovatele nedostačující. Pro zajištění pravidelné a silné snůšky včely potřebují prostředí bohatá na nektar a pyl. Při stacionárním včelaření včely opílují rostliny v dosahu 5 km. Pokud se

v blízkosti sebe nachází velké množství úlů, kvetoucí oblast nemusí včelám nabízet dostatek pylu a nektaru. Pro zajištění dostatečného zdroje kvetoucích rostlin někteří včelaři svá včelstva během roku přemísťují mezi vybranými stanovišti. Transport včelích úlů vyžaduje velké počáteční investice na vybavení. Včelař musí zhodnotit, zda se mu tato investice vrátí v budoucí větší snůšce. Přemístění včelstev lze dále využít k dobrému opylení určité zájmové oblasti. Při opylování na jiných stanovištích může včelař během roku získávat nové druhy medu na základě rostlinného zastoupení. [9][34]

Z dob minulého režimu se v České republice dochovaly obytné maringotky, které si někteří včelaři předělali na kočovné včelíny (viz Obrázek 13). Většinu dodnes dochovaných maringotek dříve vyráběl státní podnik Brandýské strojírny a slévárny. Včelíny postavené na větších podvozcích mohou pojmout až 40 včelstev. Kočovní včelín umožňuje včelaři pracovat i za nepříznivých venkovních podmínek. Díky uzavřenému prostoru lze mít uvnitř kočovného včelína i prostor pro vytáčení medu, skladování rámků a uchování dalšího včelařského vybavení. Včelař tak nemusí své vybavení neustále převážet. Nevýhodou tohoto včelína může být příliš malý prostor při práci. Cena tradičních maringotek předělaných na včelín je velmi individuální. Nabídka těchto včelínů se nachází převážně na online bazarových portálech, kde lze zachovalejší včelín koupit za 110 000 Kč. [35][36]

Kočovné včelíny jsou velmi specifický produkt cílený na velmi malý okruh zákazníků. Většina výrobců přivěsů se tímto segmentem nezabývá. Avšak jeden typ kočovného včelínu nabízí slovenská firma Príves s.r.o (viz Obrázek 14). Včelín je postaven jako nadstavba buďto brzděného nebo nebrzděného přivěsu. Tento včelín lze obsadit 10 včelstvy, avšak nenabízí už další prostor pro pracovník. Ekonomický přehled nabízených variant představuje Tabulka 2. [37]

Tabulka 2 Přehled sestavy kočovného včelína od firmy Príves s.r.o. [37]

Přívěs	Nosnost	Cena	Pozinkované bočnice	Včelín	Cena celkem
Brzděný	1 040 kg	1 729 € ³ (42 400 Kč)	337 € (8 300 Kč)	2 119 € (52 000 Kč)	4 265 € (104 500 Kč)
Nebrzděný	520 kg	1 112 € (27 200 Kč)	337 € (8 300 Kč)	2 119 € (52 000 Kč)	3 568 € (87 400 Kč)

³ Směnný kurz 1 EUR / 24,5 CZK



Obrázek 13 - Rekonstruovaná maringotka na včelín. [36]



Obrázek 14 - Kočovní včelín od firmy Prives s.r.o. [37]

Na českém trhu se výrobou včelínů zabývá firma HoneyWay z Uherského Hradiště. HoneyWay nabízí včelařům kompletně postavený včelín na robustním ocelovém rámu (viz Obrázek 15). Díky rámové konstrukci lze včelín během sezóny přemístit na přívěsu. Včelín je navržen architektonickým studiem pro účely včelaření, ale i pro provozování apiterapie. Vybavení včelína si volí zákazník sám. Včelín poskytuje prostor pro 9 včelstev s pracovním prostorem pro včelaře. Výrobce nabízí zabudování okna v celé šířce včelínu, nebo standardní otevíratelné okno. Mezi standardní vybavení patří například: variabilní úložný prostor, kanape, dřez, či LED osvětlení. Mezi další nabízené vybavení patří ventilátory pro zajištění výměny vnitřního vzduchu. Včelín lze zabezpečit proti krádeži poplašným zařízením, kamerami s detekcí pohybu, GPS lokátorem nebo fotopastí. Bez dalších úprav lze včelín ihned připojit k elektrické či vodovodní síti. V místech, kde není rozvedena elektrická síť lze využít napájení solárním panelem. Cena včelína není uvedena, protože je závislá na stupni vybavení dle přání zákazníka.[40]



Obrázek 15 - Včelín od firmy HoneyWay. [40]

V případě, že včelař nechce využít na trhu nabízené kočovné včelíny, může navrhnout vlastní konstrukci. Po domluvě s truhlářem se lze dohodnout na zakázkové výrobě včelína na předem zakoupeném podvozku. Velmi populární alternativou ke kočovným včelínům je použití kombinace přívěsu a palet. Na palety se umísťují včelí úly, díky tomu nejsou úly položeny volně na zemi. Výhodou této kombinace je možnost převozu velkého počtu

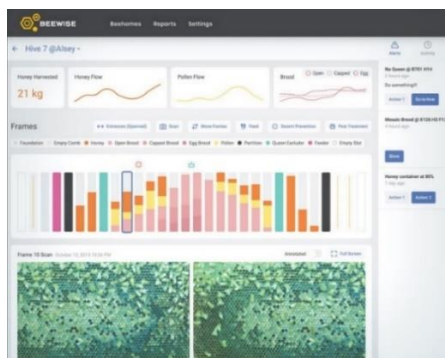
včelích úlů mezi stanovišti. Výrobci přívěsů nabízejí speciálně upravené přívěsy pro potřeby včelařů a na trhu lze také snadno sehnat kovové palety. Nevýhodou oproti včelínu je absence zastřešení a včelař nemá možnost na stanovištích uchovávat své vybavení. Včelí úly stojí zafixované na paletách bez další ochrany. [37]

2.1.3.3 Automatizovaný včelín

Vznikající novinkou na poli včelínů je projekt automatizovaného včelína od izraelské společnosti Beewise. Tento včelín je vybaven speciálním hardwarem a softwarem. Včelař se o včely stará přes vzdálený přístup v podobě aplikace, odkud posílá pokyny do řídicího systému včelínu. Včelín naopak do aplikace odesílá zpětnou vazbu a informace o stavu včelstev (viz Obrázek 17). Pro zvýšení automatizace řídicí systém využívá prvky umělé inteligence. Jednotlivé úkony jsou prováděny pomocí pojízdného robotického ramene (viz Obrázek 16). Ve včelínu se nachází 24 včelstev, o kterých systém sbírá informace ohledně zdraví, spotřebě krmiva, analyzuje riziko rojení, přidává prázdné nástavky, provádí termoregulaci prostředí, kontroluje medný výnos v rámcích a provádí vytáčení medu. Přísun elektrické energie je zajištěn skrze solární panely. Jelikož je včelín poměrně technologicky komplikovaný a vyžaduje k provozu telekomunikační síť, jeho údržbu a správu systémů provádí společnost Beewise. Z tohoto důvodu si lze tento včelín pořídit pouze na pronájem. Cena za dopravu včelína je 2 000 \$⁴ (42 800 Kč), měsíční pronájem vyjde na 400 \$ (8 560 Kč). První komerční prodeje začaly v roce 2020, z tohoto důvodů si společnost pečlivě střeží popis konstrukce, aby nepřišla o konkurenční výhodu. [56][57]



Obrázek 16 - Robotický systém včelína. [58]



Obrázek 17 – Vlevo, analýza dat ze včelína. Vpravo, automatizovaný včelín od firmy Beewise. [56]

⁴ Směnný kurz 1 USD / 24,3 CZK

2.2 Teorie automatizace

Proces automatizace lze chápat jako užití technologie, díky které lze vykonávat činnosti bez zásahu člověka. Automatizace je prováděna pomocí předem stanovených instrukcí a řídicího systému, který tyto instrukce vykonává. [46]

2.2.1 Původ automatizace

V současné době není automatizace komplexních procesů ničím neobvyklým. Tento pokrok se ovšem vyvíjel spousty let od prvních technických vynálezů z dávné historie. Původ automatizace si lze spojit už s dobou, kdy došlo k rozvoji základních mechanických prvků, jako byl vynález kola, páky, vačky, šroubku nebo také ozubeného kola. Na tyto základní prvky navazovaly postupem času další složitější vynálezy v podobě vodního kola, parních strojů, tkalcovských strojů a také obráběcích strojů. Energie, její schopnost výroby a přeměny pro vykonávání určitých procesů, je jednou ze tří základních podmínek vzniku automatizace. [46][48]

Po vynalezení parního stroje se James Watt s Matthew Boultonem zabývali zlepšením tohoto stroje. Jednou z inovací se stal Wattův odstředivý regulátor. Tento regulátor řídil škrtící ventil, a tím určoval množství přivedené páry do stroje na základě aktuálních otáček motoru. Wattův odstředivý regulátor byl jedním z prvních vynálezů, který umožňoval řízení procesů pomocí získávané zpětné vazby. Řízení procesů pomocí získávané zpětné vazby v reálném čase je další z podstat automatizace. [46-48]

Třetím základním bodem automatizace je řízení stroje pomocí instrukcí zapsaných v programu. Řízení stroje pomocí předem naprogramovaných instrukcí využil už kolem roku 1800 Joseph Marie Jacquard při konstrukci programovatelného tkalcovského stroje. Principem stroje je zápis instrukcí na děrné štítky, podle kterých tkalcovský stroj splétal osnovní nitě. Díky tomuto vynálezu tkalcovské stroje mohly vytvářet větší a složitější vzory. Systém děrných štítků byl následně využit při konstrukci prvních počítačů. V 20. století došlo k jejich rychlému vývoji a k širšímu použití v průmyslu. Dnes je počítač základem mnoha průmyslových zařízení, příkladem může být CNC obráběcí centrum. [46-48]

Během 20. století se průmyslové podniky výrazně zaměřily na rozvoj automatizované produkce. Cílem automatizace bylo zvýšit efektivnost výroby a zároveň zachovat vysokou kvalitu produktů. Rozvoj automatizace se netýkal pouze výrobních procesů, ale i dalších podpůrných sekcí jako jsou logistika nebo příprava a skladování materiálu. I přes velké snahy dosáhnout plně automatizované výroby, většina procesů byla pouze částečně automatizována. Toto se týká zvláště procesů, které vyžadují přítomnost člověka a kompletní automatizace těchto procesů by byla složitá a za nepřijatelnou cenu. [46-48]

2.2.2 Cíle a důvody automatizace

Automatizace má za cíl snížit, či zcela odstranit nutnou přítomnost člověka při činnostech, které chceme automatizovat. Automatizace je příležitostí, jak podpořit zlepšení sociálních a ekonomických podmínek ve společnosti. Toto by vedlo ke zvýšení celkové životní úrovně obyvatel a lidé by si mohli místo práce více užívat života podle svého. V současné době podniky automatizují procesy z několika různých důvodů, jedná se například o důvody bezpečnostní, ekonomické, provozní či důvody týkající se kvality výroby. [47-49]

- I. Prevenci bezpečnostních rizik představuje:
 - Ochrana člověka před bezprostředním smrtelným nebezpečím, hrozcí i jeho pouhou přítomností, např. manipulace s radioaktivními látkami, práce v extrémních podmínkách (teplota, tlak atd.).
 - Ochrana zdraví člověk před monotónní prací a fyzicky vyčerpávající prací způsobující únavu, např. práce u vysokých pecí, práce v dolech, zvedání těžkých břemen, balení potravin na výrobní lince, práce u pokladny.
 - Ochrana lidského života nebo majetku před chybou způsobenou lidským faktorem, např. navigace letadel při špatné viditelnosti.
 - Snížení požadavku odpracovaných hodin za týden v továrnách u dělnické profese.

- II. Ekonomická hlediska jsou:
 - Snížení výrobních nákladů. Hlavní položkou jsou úspory na přímých mzdách a přímém materiálu.
 - Automatizace přispívá ke zrychlení výroby, zvýšení produktivity a následné navýšení objemu výroby.
 - Efektivnější řízení kvality v porovnání s manuálními procesy poskytuje konkurenční výhodu na trhu.
 - Na daný proces nelze zaměstnávat člověka, protože by se to ekonomicky nevyplatilo, např. automaty na nápoje, přepojování telefonních hovorů, bezpečnostní senzory.

- III. Cílem kvality výroby je:
 - Dosáhnout identických výrobků, např. lakování karosérie auta.
 - Snížení vzniku vadných výrobků. Automatizovaný proces dokáže upravit výrobu na základě získávaných odchylek právě vyráběného zboží.
 - Výroba velmi přesných produktů, jejichž přesnost by byla ručně nedosažitelná, nebo velmi těžko dosažitelná, např. výroba mikroprocesorů.

IV. Jiné důvody automatizace jsou:

- Nahrazení nepříjemné práce, kterou nikdo nechce dělat.
- Zvýšení pohodlí člověka, např. dálkové ovládání spotřebičů v domácnosti, automatické větrání v budově, přednastavené programy domácích spotřebičů do kuchyně a koupelny.
- Automatizace je nutná, člověk tuto práci nemůže vykonávat, např. signální bezpečnostní bójky v moři, kosmické sondy.
- Ekologické hledisko, např. řízení spalování paliva za účelem snížení emisí.

2.2.3 Úrovně automatizace

Lidé se někdy domnívají, že k přechodu z manuálních procesů do plně automatických stačí nahradit operátora stroje robotem nebo vyspělou technikou. Ve skutečnosti tato myšlenka není zcela správná, protože přechod do automatizace je realizován skrze několik kroků. Manuální práce je definována jako práce vykonaná ručně bez jakéhokoliv stroje či nástroje. Příkladem může být šroubování šroubu do konstrukce pouze pomocí ruky. Pokud by člověk používal při šroubování šroubovák či utahovačku úroveň automatizace by se zvýšila. Plná automatizace by v tomto případě nastala při použití robota, který by pro daný výkon nevyžadoval přítomnost člověka. [51]

Vztah člověka a stroje se stal předmětem mnoha studií. Jednotlivé studie tuto souvislost popisují pomocí různých úrovní automatizace dle zkoumaného oboru. To znamená, že pro daný obor může být jiné členění automatizace vhodnější. Z tohoto důvodu nejsou úrovně automatizace standardizovány. [51][52]

Klasifikací automatizace z pohledu řídicího systému se v roce 1978 zabývali Thomas B. Sheridan a William L. Verplank. Jejich klasifikace je postavena na dělení automatizace do 10 různých úrovní na základě počtu rozhodování. Stupnice začíná první úrovní automatizace, kde provádí člověk všechny operace manuálně. Plná automatizace nastává na úrovni 10, kde systém rozhoduje o vykonávání operací a zda bude o svém jednání informovat operátora. Jednotlivé mezistupně popisují přechod od neautomatizovaného procesu k plně automatizovanému. [50][51]

Jinou definici klasifikace automatizace popsal v roce 1998 Paul M. Satchell. Satchellova definice říká, že úroveň automatizace je dána sdílením práce mezi člověkem a strojem s různým stupněm vlivu lidského faktoru. Klasifikací se snaží popsat míru spolupráce člověka se strojem. [51]

Klasifikací automatizace z pohledu mechanizace (nahrazení fyzické práce) se v roce 1985 zabýval Horst Kern a Michael Schumann. Výsledkem jejich práce bylo rozdělení úrovní mechanizace do tří skupin: (1) bez mechanizace, (2) mechanizace, (3) automatizace. Tyto tři

skupiny dále rozdělili do 9 podskupin od ruční výroby po plně automatizovanou výrobu. [51]

S návazností na předešlé autory se Mikell P. Groover zabýval automatizací výrobních strojů, pro které v roce 2001 zavedl klasifikaci automatizace. Automatizaci rozdělil na tři úrovně podle míry lidské obsluhy stroje (viz Tabulka 3). [46][51]

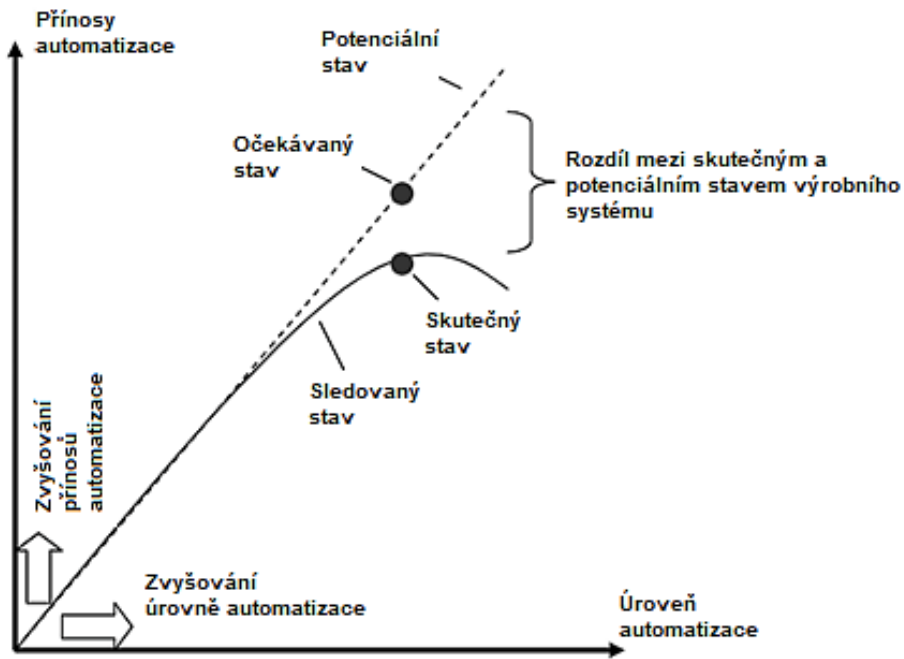
Tabulka 3 Úrovně automatizace dle Groovera. [46][51]

Úroveň automatizace	Popis úrovně
(1) Bez automatizace	Procesy jsou vykonávány člověkem manuálně bez podpory automatizace, náradí a jiných technologií.
(2) Částečná automatizace	Procesy jsou vykonávány člověkem za podpory automatizovaných systémů, náradí nebo jiných technologií. Spolupráce člověka se strojem.
(3) Plná automatizace	Procesy jsou vykonávány automatizovanou technologií. Přítomnost člověka během výkonu procesu není nutná.

2.2.4 Optimální automatizace

Automatizace procesů může jak zvýšit, tak i snížit výkon produkce nebo výkon člověka. Správně provedená automatizace zvyšuje produkci a navíc snižuje množství práce připadající na člověka. Výhody, které automatizace přináší, by měly vždy převýšit náklady vzniklé jejím zavedením. Ovšem pokud je automatizace nespolehlivá, náklady převyšují výhody a může dojít i ke snížení výkonu oproti situaci před automatizací. Automatizace může být ztrátová například z důvodu selhání hardwaru nebo softwaru, nebo z důvodu, kdy je automatizovaná technologie používána v podmínkách, pro které nebyla navržena. [51][53][55]

Důležitou roli hraje i zvolený stupeň automatizace. Závislost přínosů automatizace na její úrovni znázorňuje Graf 1. Předpokládá se, že nejlepším řešením bude plná automatizace procesu, ovšem ve většině případů tomu tak není. Vysoký stupeň automatizace sice přináší navýšený výkon produkce, ovšem systém přebírá větší odpovědnost za výkon procesu, kdy v případě selhání dochází ke katastrofickým následkům. Zkráceně lze tento fakt vyjádřit anglickou frází „the higher they are, the harder they fall”. Stupeň automatizace se volí podle výhod a nevýhod jednotlivých stupňů, které jsou specifické pro každý jednotlivý proces. [52][55]



Graf 1 Hypotetická závislost přínosů automatizace na její úrovni. [53, přepracováno]

Obecně platí, že automatizovaná technika přináší vyšší přesnost a rychlost produkce. Zkušený pracovník je v porovnání s roboty flexibilnější, spolehlivější a nehrozí u něj takové riziko způsobení kritických chyb. Optimální automatizace kombinuje dominantní vlastnosti člověka a stroje. [52][54]

2.2.5 Mechanizace a automatizace ve včelařství

Aktuálně se na trhu nachází nepřehledné množství řešení automatizace jednotlivých úkonů ve včelařství. V podkapitolách budou zmíněny současně využívané technické prostředky pro usnadnění práce ve včelařství.

2.2.5.1 Kontrola včelstva pomocí úlové váhy

Během léta úlové váhy (viz Obrázek 18) poskytují včelaři údaje o rozvoji včelstva a velikosti medové snůšky. Díky tomuto údaji může včelař předcházet nechtěnému vyrojení přidáním nových nástavků. V zimním období lze sledovat zbývající množství potravy, a předcházet tak hladovění. Úlové váhy umožňují získat důležitá data ohledně včelího úlu, aniž by včely byly rušeny. Pokročilá zařízení mohou disponovat různými rozšířeními, která snímají další data. Velmi rozšířenou funkcí těchto zařízení je monitorování přírodních podmínek uvnitř úlu i v jeho okolí. Mezi často sledované faktory patří teplota, vlhkost a mikroklimatické podmínky (atmosférický tlak, rychlost větru, déšť). Existují i zařízení, která pomocí umělé inteligence analyzují snímaná data a umí stanovit zdravotní stav včelstva, vitalitu královny a sledovat velikost včelstva. Další funkcí může být zaslání upozornění na potenciální krádež úlu. [59][60]



Obrázek 18 - Úlová váha od firmy BeeSpy. [67]

Včelař si může pořídit levnější váhu bez telekomunikačních technologií, kde data čte z displeje váhy na místě. Naopak váhy vybavené bezdrátovou komunikační technologií posílají jednotlivá data například do cloudové databáze a včelař k nim přistupuje skrze osobní počítač, tablet nebo mobilní telefon. Váhy s bezdrátovou komunikační technologií jsou určeny převážně pro včelaře, kteří by pro kontrolu včelstva museli urazit velké vzdálenosti. Srovnání vybraných druhů úlových vah je provedeno v Tabulce 4. [59][60]

Tabulka 4 Srovnání úlových vah. [61-67][100]

Výrobce váhy (název váhy)	Přenos dat	Měření okolní teploty	Měření vnitřní teploty úlu	Ochrana před krádeží	Měření vlhkosti	Měření aktivity včel	Cena
Arnia	GSM	✓	✓	✓	✓	✓	379 £ ⁵ (11 000 Kč)
BeeSpy	Wifi/GSM	✓	✓	✓	✓	✓	Od 8 450 Kč
LYSON (Optima)	GSM	✗	✗	✓	✗	✗	9 700 Kč
Apis Digital (401)	GSM	✓	✗	✗	✗	✗	11 900 Kč
LESAK (1T4660LN-RWP)	Kabel RS-232	✗	✗	✗	✗	✗	10 000 Kč
3Bee (Hive-tech Pro V.2)	GSM	✓	✓	✓	✓	✓	494 € ⁶ (12 100 Kč)
SEA spol. s.r.o. (Medováha)	Wifi/GSM	✓	✓	✗	✗	✗	Od 9 900 Kč
CHYTREVCELY	Wifi/GSM	✓	✓	✗	✓	✗	Od 8 000 Kč

⁵ Směnný kurz 1 GBP / 29,00 CZK

⁶ Směnný kurz 1 EUR / 24,5 CZK

2.2.5.2 Ometání rámků

Během medobraní včelař potřebuje z úlu vyndat zavíčkované rámků a vložit je do medometu. Rámky s medem jsou při odebrání z úlu obsazeny včelami, proto je včelař musí lehce smést košťátkem. Pro rychlejší a snazší ometání byl vyvinut elektrický ometač rámků (viz Obrázek 19). Ometání včel tímto zařízením je navíc ke včelám šetrnější než hrubé ometení košťátkem. Přístroj je tvořen dvěma hřídeli osazenými kartáči, stejnosměrným motorem a zdrojem. Zdroj lze obvykle napájet 12 V nabíječkou nebo 12 V baterií. Kartáče ometají včely směrem dolů, kde je obvykle připraven sběrný kontejner. Smetené včely tedy rozrušeně nelétají kolem včelaře, ale mají svůj klid v kontejneru. Srovnání vybraných ometačů znázorňuje Tabulka 5. [68-72]

Tabulka 5 Srovnání nabízených ometačů. [68-72]

Výrobce	VP Ještěd	Logar	Včelařská farma Dolní Dobrouč	Mrázek VP s.r.o.	Oharkovi
Cena	8 500 Kč	14 000 Kč	7 900 Kč	19 750 Kč	8 000 Kč
Včelí kontejner	✓	✓	✗	✓	+ 1 000 Kč
Baterie/nabíječka	✗*	✗*	+ 1 600 Kč	✓	✓
Solární nabíjení	✗	✗	✗	✗	+ 2 000 Kč
Cena celkem	8 500 Kč	14 000 Kč	9 500 Kč	19 750 Kč	11 000 Kč

*výrobce počítá s použitím vlastní autobaterie



Obrázek 19 – Zleva doprava, ometač Včelařská farma Dolní Dobrouč, ometač Logar, ometač Mrázek VP s.r.o. [69-71]

2.2.5.3 Měření kvality medu

K měření kvality medu se ve včelařství používá refraktometr. Kvalita medu je ovlivněna množstvím obsahu vody, a právě refraktometr měří procentuální zastoupení vody v medu, množství cukru a dále hustotu medu. Princip metody je založen na odlišných indexech lomu odpovídajících složení měřeného vzorku. Na základě indexu lomu dojde

k příslušnému odrazu světla na stupnici, kde lze odečíst hledané hodnoty. Obsah vody v medu by neměl překročit 18 %. V případě požadavku na vyšší přesnost měření se vyrábí digitální verze refraktometru. Klasický refraktometr (viz Obrázek 20) stojí kolem 770 Kč, digitální je o poznání dražší a stojí až 8 600 Kč. [68][73]



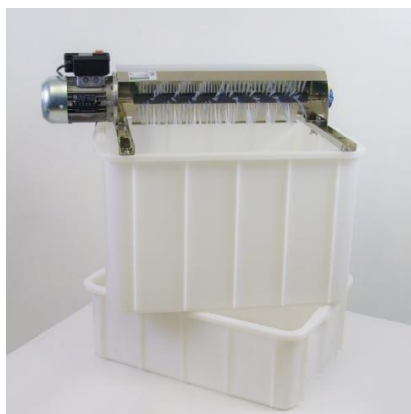
Obrázek 20 – Refraktometr. [68]

2.2.5.4 Odvíčkování

Včely zavíčkují buňky pláství, jakmile med nacházející se uvnitř buňky dosáhne požadované kvality. Aby tento med včelař získal, musí před vložením do medometu tyto buňky odvíčkovat. Odvíčkování lze dělat ručně, pomocí nástrojů k tomu určených. Jedná se například o speciální vidličku nebo nůž. Pro snadnější odvíčkování se prodávají i elektrické vidličky a nože, které mají vyhřívané ostří. Při ručním odvíčkování lze plný rámeček upevnit na odvíčkovací talíř, který zachytává med vytékající při odvíčkování. Použití odvíčkovacího talíře zlepšuje také ergonomii práce. [68]

Při velkém počtu včelstev se stává ruční odvíčkování náročné pro ruce a zápěstí. Tento problém řeší automatické stroje na odvíčkování rámečků. Automatizace odvíčkování přináší značnou úsporu času, pomocí technologií lze odvíčkovat rámeček mnohokrát rychleji. Nadruhou stranu automatické odvíčkování není tak precizní jako ruční. Obvykle je složitější i jejich čištění, může docházet k poškození plástů a u zařízení s rolujícími válci může dojít ke vzpříčení protahovaného rámečku. Na trhu lze koupit stroje poloautomatické, automatické i kompletně automatizované vytáčecí linky. [74-77]

Poloautomatické stroje jsou tvořeny vyhřívaným nožem, který vykonává kmitavé pohyby. Princip odvíčkování spočívá v tažení rámečku přes kmitající nůž, a tím dojde k odvíčkování (viz Obrázek 21). Pohyb rámečku vykonává včelař. Další možností je protlačení rámečku mezi dvěma válci osazenými buď jehlami, nebo válcovými noži (viz Obrázek 22). Výrobce včelařských vybavení Carl Fritz nabízí ještě jiný způsob odvíčkování, a to pomocí rotujících kartáčů (viz Obrázek 21). U tohoto přístroje ovšem včelař musí držet rámeček po celou dobu procesu odvíčkování. Z ergonomického hlediska by se u tohoto přístroje určitě našel prostor ke zlepšení. Výrobce odvíčkovačů s kmitajícím nožem, nebo s válcovými noži jsou například firmy LEGA, LOGAR nebo LYSON. Ceny za poloautomatický odvíčkovač se pohybují od 28 500 Kč do 60 000 Kč dle složitosti konstrukce. Dražší odvíčkovač je například vybaven řetězovým podavačem rámečků, kde obsluha točením kliky uvádí do pohybu řetězový mechanismus (viz Obrázek 22). [74-77]



Obrázek 21 - Odvíčkač s kartáči a odvíčkač s kmitajícím nožem. [74][77]



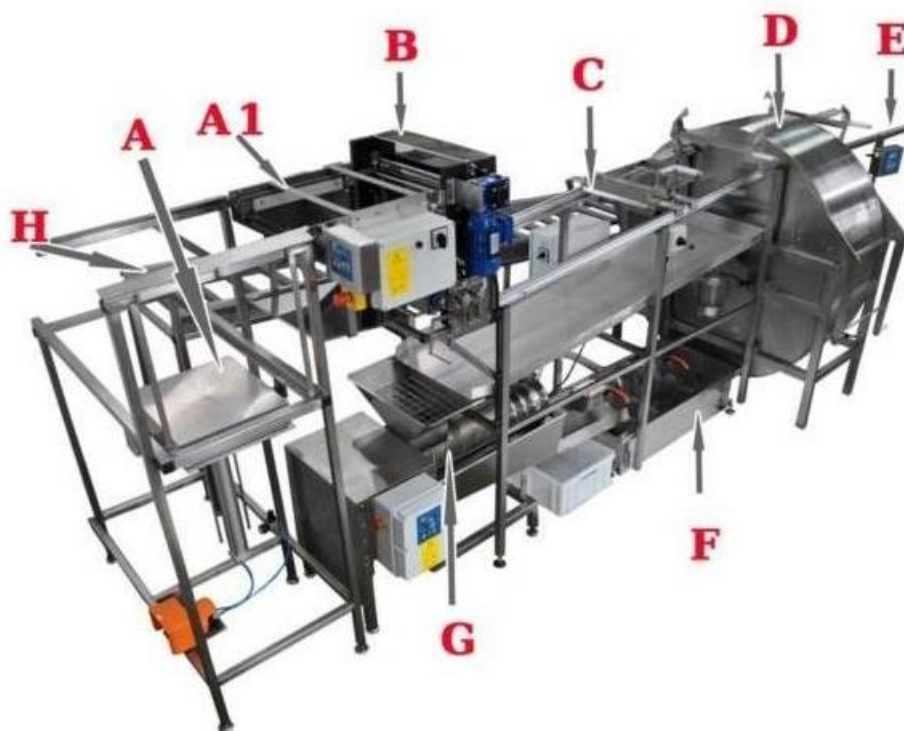
Obrázek 22 - Odvíčkač s válcovými noži a odvíčkač s řetězovým podavačem. [74][76]

Automatizací podavače rámků se zvýší úroveň automatizace. Tyto automatické odvíčkače (viz Obrázek 23) mohou mít také pneumatický odebráče odvíčkovaných rámků. Dalším vybavením může být šnekový lis na oddělení medu z víček nebo zařízení pro automatický odběr rámků z nástavku. Cena automatických odvíčkačů se pohybuje od 100 000 Kč do 200 000 Kč. [74-77]



Obrázek 23 - Automatizovaný odvíčkač se šnekovým lisem, odvíčkač s pneumatickým odebráčem. [74][76]

Nejvyšší úroveň automatizace představují automatické linky na vytáčení medu. Tato linka je tvořena z několika modulů (viz Obrázek 24 a Obrázek 25). Výrobou se zabývají například firmy LYSON, LEGA nebo KONIGIN. Cena takové linky se pohybuje od 300 000 Kč do 1 300 000 Kč. Srovnání jednotlivých typů odvíčkových zařízení představuje Tabulka 6. [74-80]



Obrázek 24 - Automatická linka na vytáčení medu. [76]

A – automatický odběr rámků z nástavku + řetězový podavač

B – automatický odvíčkovač plástů s el. ohříváním noží

C – podavač rámků

D – horizontální, radiální medomet

E – věšák na odvíčkové rámků

F – síto horizontální s pumpou

G – šnekový lis na víčka

H – válečkový transportér na nástavky



Obrázek 25 - Automatická linka od firmy KONIGIN. [78]

Tabulka 6 Srovnání odvíčkovacích zařízení s různým stupněm automatizace. [74-78]

Výrobce (název)	Technologie odvíčkování	Cena	Odběr rámků z nástavku	Podavače	Odebírač odvíčkových rámků	Zpracování víček	Vytáčení medu	Cena celkem
Carl Fritz	Rotační kartáč	24 340 Kč	✗	✗	✗	✗	✗	24 340 Kč
LEGA	Horizontální vyhřívaný kmitající nůž	1 262 € ⁷ (30 900 Kč)	✗	✗	✗	✗	✗	1 262 € (30 900 Kč)
LEGA (ROLL)	Válcové nože	1 379 € (33 800 Kč)	✗	Mechanický	Mechanický	✗	✗	1 379 € (33 800 Kč)
LYSON	Vyhřívaný kmitající nůž	60 540 Kč	✗	Mechanický řetězový	Mechanický	✗	✗	60 540 Kč
LYSON	Vyhřívaný kmitající nůž	81 800 Kč	✗	Automatický	Automatický	+ 68 500 Kč	✗	150 300 Kč
LEGA (DAISY)	Vyhřívaný kmitající nůž	4 990 € (122 300 Kč)	✗	Automatický	Pneumatický + 1 226 € (30 000 Kč)	✗	✗	6 216 € (152 300 Kč)
KONIGIN	Vyhřívaný kmitající nůž	330 000 Kč	+ 86 000 Kč	Automatický	Automatický	✓	✓	416 000 Kč
LYSON (OPTIMA LINE)	Vyhřívaný kmitající nůž	625 700 Kč	Na dotaz	Automatický	Automatický	✓	✓	625 700 Kč

⁷ Směnný kurz 1 EUR / 24,5 CZK

2.2.5.5 Vytáčení medu

Po odvíčkování se rámký vkládají do medometů (viz Obrázek 26). Jedná se o rotační stroj, ve kterém se pomocí odstředivé síly získává med z plástů. Skládá se z pevné části, kterou tvoří buben a rotující části, která je tvořena rotorem s košem na rámký. Pohon rotujícího koše je proveden buďto ručně přes kliku, nebo pomocí stejnosměrného motoru. Dle polohy bubnu lze medometry dělit na horizontální a vertikální. [78][81]



Obrázek 26 - Vertikální medomet. [77]

Horizontální medometry (viz Obrázek 27) mají vodorovně umístěný buben a nejčastěji se používají jako součást vytáčecích linek. Je to z toho důvodu, že umožňují napojení na pojezdové dráhy linky, po kterých se rámký pohybují. Navíc horizontální medometry mají velkou kapacitu rámků, při jednom vytáčecím cyklu jich může být až 200. Rámký jsou zde umístěny radiálně. Ceny začínají na 100 000 Kč. [78][79][81]



Obrázek 27 - Horizontální medomet. [78]

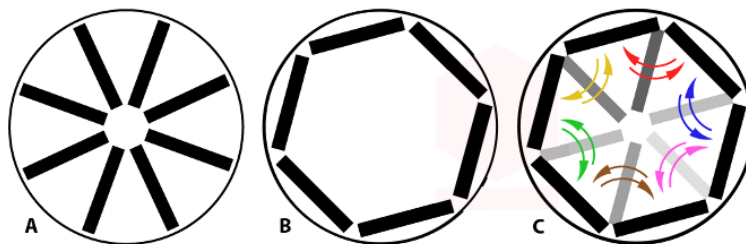
Vertikální medomety (viz Obrázek 26) mají buben umístěný kolmo k podlaze. Mimo automatické linky je tento druh medometu zcela nepoužívanější. Oproti horizontálním medometům nedosahuje takové kapacity rámků. Podle konstrukce rotačního koše se dále vertikální medomety rozlišují na radiální a tangenciální. [81]

- **Radiální**
 - rámký jsou umístěny do hvězdy kolmo k povrchu bubnu
 - oproti tangenciálním větší kapacita rámků
 - u tužších medů nemusí být vytáčení medu dokonalé
 - s motorem ceny začínají na 20 000 Kč
 - viz Obrázek 28 - A

- **Tangenciální**
 - **Nezvrtné**
 - rámký jsou umístěny rovnoběžně s povrchem bubnu
 - pro vytočení druhé strany se musí každý rámeček ručně obrátit
 - dokonalé vytočení medu z plástu
 - s motorem ceny začínají na 12 000 Kč
 - viz Obrázek 28 - B

 - **Zvrtné**
 - koš je pohyblivý, v klidu je do hvězdy, za pochodu dojde k přilehnutí ke stěně bubnu
 - při změně směru rotace dojde k vytočení druhé strany rámečku bez nutnosti rámečku ručně obracet
 - vysoká efektivita vytáčení
 - o něco vyšší cena (ceny za verzi s motorem začínají na 23 000 Kč)
 - viz Obrázek 28 - C

 - **Zvrtné radiální**
 - podobnost se zvrtnými medomety, akorát zde lze zaaretovat koš
 - volba způsobu vytáčení buďto jako tangenciální zvrtný medomet, nebo při aretaci koše jako radiální medomet



Obrázek 28 - Druhy vertikálních medometů. [81]

Srovnání vybraných medometů je znázorněno v Tabulce 7.

Tabulka 7 Srovnání medometů. [73-78]

Medomet	Vhodné rámký	Kapacita rámků	Cena
Horizontální KONIGIN	Do výšky 185 mm	100	149 500 Kč
Radiální LYSON (Optima)	Do výšky 240 mm	42	37 400 Kč
Radiální KONIGIN	Do výšky 180 mm	20	20 400 Kč
Tangenciální nezvratný LYSON (Basic)	Do výšky 260 mm	4	13 100 Kč
Tangenciální nezvratný Carl Fritz	Do výšky 300 mm	4	38 200 Kč
Tangenciální zvratný KONIGIN	Do výšky 260 mm	4	28 000 Kč
Tangenciální zvratný LYSON (Optima)	Do výšky 270 mm	4	33 000 Kč
Tangenciální zvratný radiální LEGA (Top Jolly)	Do výšky 180 mm	5 tangenciálně 10 radiálně	34 500 Kč

2.2.5.6 Stáčení medu

Obvyklým způsobem stáčení medu do sklenic je použití zdravotně nezávadné nádoby opatřené stáčecím kohoutem. Pomocí kohoutu včelař plní sklenice podle potřeby. Pro velkochovatele může být tento způsob stáčení nedostatečný. Z toho důvodu existují i poloautomatická a automatická plnicí zařízení. Hlavní částí je čerpadlo a program, přes který se stanovuje velikost dávkování. Tato zařízení umí sama naplnit sklenice s odchylkou ± 3 gramy. Cena se pohybuje od 58 000 Kč do 200 000 Kč dle stupně automatizace. Pro velkovýroby medu je k dispozici automatická plnicí linka (viz Obrázek 29). Tato linka je tvořena dopravníky, plnicím zařízením, systémem pro automatické zavíčkování sklenice a automatickým etiketovacím zařízením. Obsluha této linky pouze doplňuje prázdné sklenice, zásobník víček a odebírá hotové sklenice připravené na prodej. Srovnání stáčecích zařízení představuje Tabulka 8. [68][69][74][77][78][81]


Obrázek 29 - Automatická plnicí linka. [78]

Tabulka 8 Srovnání stáčecích zařízení. [68][74][78][81]

Zařízení	Kapacita	Plnicí programy	Automatický příjem a odběr sklenic	Automatické zavíčkování sklenice	Automatické nanesení etikety	Cena
Plastová stáčecí nádoba VPJeštěd	45 kg medu	✗	✗	✗	✗	520 Kč
Nerezová stáčecí nádoba BE-EQ	50 kg medu	✗	✗	✗	✗	5 170 Kč
Plnička Swienty DANA api MATIC 1000	425 ks/hod*	✓	✗	✗	✗	58 000 Kč
Plnička LEGA SMART 2 s otočným stolem (Ø 625 mm)	350ks/hod*	✓	✓	✗	✗	5 000 € ⁸ (122 500 Kč)
Automatická plnicí linka LEGA	900ks/hod*	✓	✓	✓	✓	50 000 € (1 225 000 Kč)

*1 ks = 1 sklenice o objemu 370 ml (500 g medu)

⁸ Směnný kurz 1 EUR / 24,5 CZK

2.2.5.7 Získávání vosku

Odvíčkovaním vzniká jako vedlejší produkt směs vosku a medu. Aby se tyto produkty daly využít, musejí se od sebe oddělit. Pro separaci vosku a medu se používají ruční lisy, elektrické separátory a šnekové lisy. Srovnání vybraných lisů a separátorů je uvedeno v Tabulce 9.

Ruční lisy jsou kvůli delšímu času lisování a větší pracnosti určeny pro malochovatele. Cena ručního lisu se pohybuje dle velikosti průměru válce od 3 500 Kč (Ø 180 mm) do 4 000 Kč (Ø 250 mm). [69][73]

Elektrické separátory zvládnou zpracovat až 40 kg směsi za 5 hodin. Uvnitř víka separátoru je topné těleso a ventilátor. Med i pomalu tající vosk protékají skrze síto a usazují se na dně separátoru. Po vytavení vosk tuhne na povrchu medu a následně lze med vypustit kohoutem. Uvnitř separátoru zůstane ztuhlý vosk, který se odebere a dále zpracuje. Separátory jsou vhodné pro včelaře, jimž vzniká velké množství vosku a medu z víček. Cena separátorů se pohybuje kolem 35 000 Kč. [69][77]

Šnekové lisy jsou výkonné stroje na separaci vosku a medu. Zvládnou zpracovat až 300 kg směsi za hodinu. Převážně se používají jako součást automatických odvíčkovačů nebo vytáčecích linek. Cena se pohybuje od 60 000 Kč do 210 000 Kč. [74][78]

Tabulka 9 Srovnání lisů a separátorů na vosk. [73-78][81]

Zařízení	Produktivita	Cena
Ruční lis BE-EQ	Ø 180 mm, výška 330 mm	3 600 Kč
Ruční lis JaHan	Ø 250 mm, výška 300 mm	4 000 Kč
Elektrický separátor Logar	6 kg/hod	35 000 Kč
Elektrický separátor Carl Fritz	8 kg/hod	33 700 Kč
Šnekový lis KONIGIN	50 kg/hod	60 000 Kč
Šnekový lis LEGA	300 kg/hod	8 564 € ⁹ (210 000 Kč)

⁹ Směnný kurz 1 EUR / 24,5 CZK

Vosk získaný separací z víček se následně dá využít na tvorbu nových mezistěn, avšak hlavním zdrojem vosku jsou starší tmavé voskové souše. Tyto souše se dávají do tavicího zařízení (viz Obrázek 30), ze kterého následně vytéká čistý vosk. Výrobci dosahují tavení vosku pomocí páry, horkého vodního roštu, nebo slunečních paprsků. Pára je vyvíjena buďto pomocí externího elektrického vyvíječe páry, interního elektrického topného tělesa, nebo pomocí plynového vařiče. Podle kapacity nádoby, použité technologie a dosahovaného výkonu lze sehnat přístroje od 3 500 Kč až do 200 000 Kč. Nejlevnější přístroje fungují na principu tavení slunečními paprsky. U některých zařízeních lze provádět sterilizaci vosku. Pro sterilizaci se jako teplotně odolné médium používá diatermický olej. Sterilizace vosku nastává při teplotě 120°C. Srovnání vybraných zařízení na zpracování vosku představuje Tabulka 10. [68][69][74][76-78][81]



Obrázek 30 - Nerezové tavicí zařízení s vyvíječem páry. [81]

Tabulka 10 Srovnání zařízení na zpracování vosku. [69][74-76]

Zařízení	Kapacita rámků*	Sterilizace vosku	Cena
Sluneční tavidlo VCEST	2	✗	3 880 Kč
Vařák Logar s externím elektrickým vyvíječem páry	20	✗	10 990 Kč
Vařák LYSON s plynovým vařičem	10	✗	13 990 Kč
Vařák LEGA s interním elektrickým topným tělesem	15	✓	1 555 € ¹⁰ (38 200 Kč)
LYSON zařízení s vodním roštem	-	✗	201 220 Kč

*rámeček 39x24

¹⁰ Směnný kurz 1 EUR / 24,5 CZK

2.2.5.8 Krmení včelstva

Pro doplnění zásob lze využít více způsobů. Každopádně u všech je důležitá správná konzistence roztoku, cukr se míchá s teplou vodou při poměru 3:2. [81]

K tradičním způsobům patří příkrm včel pomocí zavařovací sklenice o objemu např. 3,7 l s prosakovacím víčkem. V jednom úlu je možné naráz krmit ze čtyř takových sklenic. Nevýhodou tohoto způsobu je nutnost skladovat větší množství křehkých sklenic. Navíc je potřeba další nástavek u každého úlu pro ochranu sklenic. Včely si v tomto případě tvoří zásoby podle svých potřeb, krmení je tedy o něco delší v porovnání s ostatními způsoby. [81][82]

Rámkové krmítko se umísťuje do úlu místo jednoho či dvou rámků. Krmítko se naplní roztokem a na hladinu se umístí plovák, na který si včely posedají. Nevýhodou je, že zabírají místo v úlu a při doplnění přichází včelař do přímého kontaktu se včelami. Krmítko pojme až 5 l roztoku. [81][82]

Stropní krmítko (viz Obrázek 31) se skládá z dřevěné části, která zaručuje dosazení kompletu na nástavky a z plastové části, ze které si včely odebírají krmivo. Toto krmítko nevyžaduje použití dalšího nástavku, není potřeba používat plovák a při doplnění zásob nedochází ke kontaktu se včelami. Na druhou stranu krmítko pojme pouze 6 l. U plastové části je třeba dát pozor na kvalitu materiálu, aby nebyla plastová vanička příliš křehká. Krmítko se po doplnění roztoku zakryje víkem. Důležité je, aby mezi víkem a krmítkem nevznikla netěsnost, jinak by se včely zvenčí dostaly do doplňovací části krmítka. Včely si odebírají krmení středovou částí s otvory, kde nehrozí jejich utopení. Středová část je drážkovaná právě proto, aby se včely netopily a v případě pádu do roztoku mohou po drážkách vylézt zpět. [81][82]



Obrázek 31 - Stropní krmítko. [81]

Jakubovské krmítko (viz Obrázek 32) je nádoba s víčkem a průchodem pro včely. Nádoba je naplněna cukerným roztokem, jehož hladina je posypána korkovou drtí, aby se včely neutopily. I přesto ovšem může dojít k utopení části včel. Krmítko se umísťuje na strop včelího úlu, který má v sobě otvor. Krmítko musí být umístěno tak, aby včely mohly procházet skrze stropní otvor přes průchod krmítka až na korkovou drť. Mimo včelín je dobré krmítko zabezpečit proti posunutí například přidáním dalšího nástavku s víkem. Poměrně velká plocha pro krmení umožňuje včelám rychlé zpracování zásob. Díky otvoru

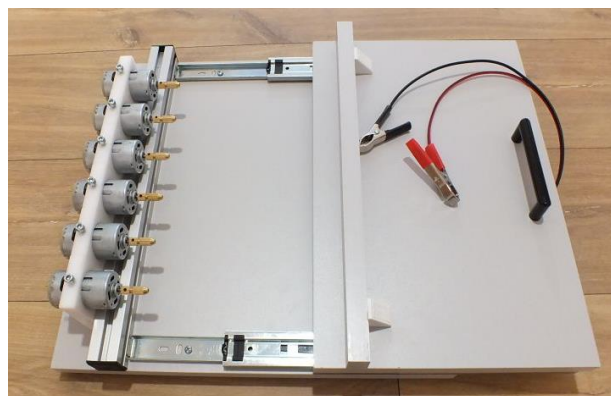
ve víčku krmítka, kterým se doplňuje cukerný roztok, nedochází ke kontaktu se včelami. [81][82]



Obrázek 32 - Jakubovské krmítko. [83]

2.2.5.9 Příprava rámků

Připravené rámků s drátkem lze sehnat u výrobců. Většina včelařů si však rámků připravuje sama. Před drátkováním rámků se dělají do louček otvory. Tradičním způsobem je tvorba otvorů pomocí šidel, děrovaček, nebo pomocí vrtačky. Tento způsob může být pro někoho zdoluhavý a namáhavý, proto existují vícevřetenové vrtačky rámků (viz Obrázek 33). Tyto vrtačky vytvoří otvory po celé délce loučky na jeden přísun. Z ergonomického hlediska je toto řešení velmi výhodné, neboť člověk pouze posunuje loučky směrem k vřetenům. Cena za vícevřetenovou vrtačku se pohybuje okolo 2 500 Kč. [70][81][84]



Obrázek 33 - Vícevřetenová vrtačka rámků. [84]

Do rámečků s drátkem se posléze zatavují mezistěny. Zatavování probíhá zahřátím drátku rámečku. Drátek se připojí na trafo o výstupním napětí 12 V. Odporem se drátek zahřívá, mezistěna ležící na drátku se zataví a včelař ihned odpojí drátek od trafo. Při pozdním odpojení by došlo k protavení mezistěny. Po zatavení mezistěny je rámeček připraven k použití. [81]

2.2.5.10 Mechanizace při kočovném včelaření

Kočovné včelaření s využitím palet a přívěsného vozíku (viz Obrázek 34) umožňuje rychle přemísťovat velký počet včelstev mezi stanovišti. Včelí úly jsou umístěny na kovových paletách, pod které lze zajet s přívěsným vozíkem. Tento vozík je vybaven hydraulickým zařízením, pomocí kterého se nákladový prostor zdvihá, nebo snižuje. Díky hydraulickému systému lze jednoduše naložit, nebo vyložit celou paletu se včelími úly. [34][37][85][86]

Pro kočovné včelaření lze použít i klasický vozík, který je možné vybavit jeřábem (viz Obrázek 35). Parametry jeřábu, jako je nosnost a délka ramene, jsou dány výrobcem. Pro představu se délka ramene obvykle pohybuje kolem 5 m a konstrukce má nosnost 150 kg. Díky vyšší nosnosti lze zvedat kompletně celý úly se všemi nástavky zároveň. [34][37]

Při transportu nástavků si lze vypomoci zdvižnými vozíky, které jsou upravené pro včelaře (viz Obrázek 36). Mimo nástavky lze do vozíku uchytit i nádoby na med. Nosnost se pohybuje kolem 50 kg až 100 kg. [34][37][78]



Obrázek 34 - Systém palet a hydraulického vozíku. [85]



Obrázek 35 - Vozík s jeřábem. [37]



Obrázek 36 - Zdvižný vozík. [37]

2.2.5.11 Zvedací zařízení do včelína

Pro manipulaci s nástavky při stacionárním včelaření jsou vhodné elektrické kladkostroje a elektrické či pneumatické balancéry. Spolu se zvedacím zařízením je dobré pořídit i vozík a přípravek na uchycení nástavků. Výhodou výše zmíněných balancérů je přesná a rychlá manipulace s břemenem, kdy operátor vykonává pohyb s břemenem bez nutnosti používat tlačítka na ovladači. Elektrické a pneumatické balancéry dokáží pomocí senzorů měnit sílu zdvihu na základě aktuálně zavěšeného břemene. Toto vyvážení sil má na břemeno levitující vliv. Operátorovi následně stačí použít minimální sílu pro potřebnou manipulaci. Mezi výrobce elektrických balancérů patří například firmy Zasche, Demag, Toyo, Binar nebo Indeva. Pneumatické balancéry nabízí například firma Ingersoll Rand. Oproti elektrickým balancérům mají nevýhodu v požadavku na přívod stlačeného vzduchu. Z ekonomického důvodu se investice do těchto zařízení vyplatí spíše velkochovatelům. Je však potřeba upozornit, že balancéry pracující na pružinovém principu nejsou vhodným technickým řešením pro hledané účely, přestože jsou výrazně levnější. Toto vychází z konstrukce balancéru, kdy se na požadovanou hmotnost břemene nejprve nastaví příslušné předpětí v pružině. Po uvolnění břemene z přípravku však dochází k nebezpečnému vrácení pružiny do původního uvolněného stavu. [103][104]

Elektrické kladkostroje se nabízejí v různých variantách, kde je z pohledu produktivity práce zajímavým parametrem rychlost zdvihu. Elektrické rychlozdvihací kladkostroje od firmy

Tawi nebo Verlinde dosahují rychlosti zdvihu až 40 m/min. Rychlozdvihací kladkostroje jsou ovšem kvůli složitější technice dražší než běžné kladkostroje. [106]

Kladkostroje vhodné pro menší chovatele nabízejí například firmy Demag, Kito, GIS nebo Yale. V produktovém katalogu lze nalézt elektrické kladkostroje s nosností 60 kg, rychlostí zdvihu od 20 m/min až 30 m/min, jejichž cena začíná na 34 000 Kč bez DPH. Tato zařízení nabízejí odpovídající rychlost zdvihu postačující pro produktivní práci při manipulaci s břemeny. Při výběru je možné vybrat také dvourychlostní kladkostroje, kdy pomalejší rychlost operátor používá k přesné manipulaci. Na rozdíl od balancérů je u kladkostrojů potřeba využívat ovladač. Pro pohodlnou práci se doporučuje umístit ovladač do konstrukce přípravku na uchycení nástavků. [105]

Lanové elektrické kladkostroje s rychlostí zdvihu okolo 8 m/min jsou vhodné pro trpělivější včelaře, kteří chovají kolem 10 včelstev. Cena těchto kladkostrojů se pohybuje okolo 2 000 Kč. Orientační srovnání vybraných zvedacích zařízení představuje Tabulka 11. [107]

Tabulka 11 Orientační srovnání zvedacích zařízení. [103-107]

Zvedací zařízení	Nosnost [kg]	Rychlost zdvihu [m/min]	Orientační cena bez DPH [Kč]
Lanový kladkostroj	125	8	2 000
Dvourychlostní kladkostroj	60	20/4	34 000
Rychlozdvihací kladkostroj	125	45	200 000
Pneumatický balancér	68	variabilní	70 000
Elektrický balancér	80	variabilní	130 000

2.3 Ergonomie

Postupná mechanizace, automatizace a robotizace pracovních procesů přiměla společnost studovat vliv pracovního prostředí, použití nástrojů a strojů na pracovní výkon člověka. Následně vznikl nový vědní obor zvaný ergonomie. [87]

Definice ergonomie dle Mezinárodní ergonomické asociace (IEA):

Ergonomie je vědní disciplína zabývající se pochopením vztahů mezi člověkem a ostatními prvky systému. Jedná se o obor uplatňující teorii, zásady, data a metody k vytvoření systému, který bude pro člověka z pohledu zdraví a únavy přívětivější, a v návaznosti přispěje ke zvýšení celkového pracovního výkonu systému.

Ergonomie je postavena na mnoha vědních oborech. Pro optimalizaci a racionalizaci pracovního prostředí využívá ergonomie poznatky z antropometrie, biomechaniky, strojírenství, průmyslového inženýrství, průmyslového designu, informačního designu, kineziologie, fyziologie a psychologie. Cílem ergonomie je ochrana zdraví pracovníka jak po fyzické stránce, tak po psychické. Mezi další cíle patří snaha o zpříjemnění pracovní činnosti. Jedná se o úpravu nepříjemné, nepohodlné a příliš únavné práce. Z pohledu zaměstnavatele je ergonomie jedním z prostředků vedoucích ke zvýšení produktivity práce. Ergonomie se objevuje v různých formách téměř ve všech pracovních činnostech jak v práci, doma, tak i na všech dalších místech. Pro zpřehlednění dělí IEA ergonomii do tří hlavních skupin: fyzická, kognitivní a organizační. [87-91]

Organizační ergonomie se zabývá organizací práce a organizačními strukturami. V praxi se jedná o používání efektivní komunikace v organizaci, plánování práce, řízení lidí, udržování dobrého sociálního klimatu, hledání optimálního režimu práce a odpočinku, schopnost týmové spolupráce. [87-91]

Kognitivní ergonomie se zabývá vlivem pracovní činnosti na psychickou stránku člověka. Řeší pohodlí práce z pohledu pracovní zátěže, rozhodování se, paměťové náročnosti, vyžadování dovedností, pozornosti, spolehlivosti, spolupráce člověka a stroje. [87-91]

Fyzická ergonomie se zabývá vlivem určité fyzické aktivity na tělesnou stránku člověka. Ergonomie fyzické práce závisí na pracovním prostředí, které je tvořeno používanými nástroji, stroji a uspořádáním pracovního prostoru. Fyzická ergonomie řeší aktivity spojené s pohybovým aparátem člověka, jedná se například o manipulace s břemeny, opakující se pracovní činnost, optimalizace pracovních poloh, bezpečnost práce nebo uspořádání pracovního místa. Z pohledu práce ve včelařství je právě ergonomie zabývající se zdravím pohybového aparátu důležitým předmětem zkoumání. [87-91]

Legislativa

Doporučená ergonomická řešení lze nalézt v normách ISO, EN, ČSN, dále se ergonomií zabývají směrnice, vyhlášky, zákony, nařízení, která jsou vydána jak Českou republikou, tak Evropskou unií. Rozvojem a uplatňováním ergonomie se na území České republiky zabývá Česká ergonomická společnost. Na evropské úrovni působí Federace evropských ergonomických společností. Vrcholovou organizací v oblasti ergonomie je Mezinárodní ergonomická asociace. [90][92]

2.3.1 Ergonomický návrh pracovního prostředí

Proaktivní přístup k řešení ergonomie pracovního prostředí umožňuje identifikovat potenciální zdravotní rizika, a předcházet tak vzniku zranění. Jedná se o ergonomické zhodnocení pracovního prostředí ještě před začátkem práce v daném prostředí. Proaktivní přístup je uplatňován i během výkonu práce na zkoumaném pracovním prostředí, a to pomocí průběžných kontrol ergonomického týmu. Mezi hlavní a nejčastější zdravotní rizika na pracovišti patří monotónní opakující se pracovní činnost, práce s příliš těžkými břemeny a soustavná práce v nepřírozené poloze. [89][91][93]

Opakující se pracovní činnost má vliv na změny pohybového aparátu. Mnoho pracovních úkolů a cyklů se ve své podstatě opakuje. Frekvence pracovního cyklu je dána hodinovou či denní cílovou produkcí, případně návazností na pracovní proces. Za vysoce opakující se pracovní činnost se považuje práce, při které pracovní cyklus trvá méně než 30 sekund. [93]

Práce s těžkými břemeny vyžaduje značné svalové úsilí, které způsobuje únavu svalstva vedoucí k poruchám pohybového aparátu. Silové nároky na lidské tělo se objevují v mnoha oborech. [93]

Práce v nepřírozené poloze způsobuje nadměrné vytížení kloubů, příslušících svalů a šlach. Klouby jsou neefektivnější při práci ve středním rozsahu pohybu kloubu. Riziko poruchy pohybového aparátu se zvyšuje s trvajícím nebo opakující se prací mimo střední rozsah pohybu. [93]

Při zavádění ergonomie ve výrobních podnicích obecně platí tento postup:

1. Zhodnocení zdravotních rizik
2. Návrh na zlepšení a minimalizaci zdravotních rizik
3. Zhodnocení přínosů aplikovaného vylepšení
4. Využití získaných znalostí na dalších místech v podniku [87]

2.3.1.1 Ergonomické metody a nástroje

K predikci rizikových faktorů při práci lze využívat dostupné nástroje pro analýzu a nápravu pracovního prostředí. Jedná se o:

- **National Institut of Occupational Safety and Health (NIOSH)**
Metoda sloužící k analýze manipulace s břemeny. Ergonomické zhodnocení vyplývá z polohy těla při práci, hmotnosti zvedaného břemene, frekvence a doby zvedání, která nepřekračuje více jak 8 hodin.
- **Rapid Entire Body Assessment (REBA)**
Pomocí této metody lze vyhodnotit pracovní polohy horní i dolní části těla. Výsledné REBA skóre udává míru rizikovosti a nálehavost preventivních opatření.
- **Rapid Upper Limb Assessment (RULA)**
Metoda sloužící k bodovému ohodnocení horní části těla. Hodnocení je založeno na posouzení odklonu od neutrální polohy, dochází k posouzení flexí a extenzí jednotlivých částí horních končetin.
- **Liberty Mutual Manual Material Handling Tables (Snook Tables)**
Jedná se o soubor tabulek, sloužících k ohodnocení rizika, plynoucího ze zvedání břemen různým způsobem. Pro jednotlivé scénáře tabulky uvádějí přípustné hodnoty hmotností břemen odpovídající určitému procentu populace.
- **Washington State Ergonomic and MSD Risk Assessment Checklist**
Metoda pro rychlé ohodnocení rizika poranění pohybového aparátu na pracovišti. Kontrolní seznam je tvořen položkami, které poukazují na nesprávnou polohu těla, množství pohybů, vibrace a zvedání břemen.
- **Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)**
Tato analýza umožňuje rychlé zhodnocení pozice zad, dolních i horních končetin, trupu a uvažuje i případné zatížení břemenem. Pomocí bodového ohodnocení pracovních poloh metoda poukazuje na urgenci zavedení korektivních opatření pro ochranu zdraví pracovníka.
- **Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.**
Jedná se o souhrn doporučení a nařízení, které stanovují podmínky ochrany zdraví při práci. Zmíněny zde jsou např. podmínky ochrany zdraví při práci s fyzickou zátěží nebo hygienické požadavky na pracoviště s ohledem na mikroklimatické podmínky.
- **Simulační program**
Pracoviště převedené do CAD modelu lze analyzovat po ergonomické stránce např. v programu Siemens Process Simulate Human, Siemens Tecnomatix Jack nebo pomocí ergonomického modulu v 3D CAD softwaru. [93][102]

Návrh pracoviště lze zpracovat podle doporučeného kontrolního seznamu. Jedná se o sérii otázek vytvořených pro řešení rizikových podnětů z hlediska ergonomie. [95]

Ergonomie pracovního prostoru:

Má pracovník možnost vykonávat fyzicky nenáročnou práci s větší frekvencí stejných pohybů v sedě i ve stoje?

Má pracovní stůl nastavitelnou výšku pracovní desky?

Má pracovník při výkonu práce ruce a lokty u těla? Je zápěstí v neutrální poloze?

Je možnost si u sedavé práce upravit židli podle potřeby? Má židle otočné prvky? Je židle vybavena loketní a bederní podpěrkou?

Je místnost vybavena adekvátním osvětlením?

Ergonomie nástroje:

Je pracovníkovo zápěstí při používání nástroje v přímé poloze?

Je možné nástroj vybavit pohonnou jednotkou?

Je nástroj vyvážený?

Je nástroj vybaven ergonomickým držadlem?

Je nástroj vybaven prvky tlumícími vibrace?

Je držadlo izolováno od chladných částí nástroje?

Neprodukuje nástroj nadlimitní hluk?

Ergonomie řídicího ovladače:

Je při používání ovladače zápěstí v přirozené poloze a lokty se nachází u těla?

Jsou tlačítka na ovladači přehledně značená?

Je ruční ovladač používán pro provedení přesného pohybu a ovládání rychlosti?

Je nožní pedál používán pro spínání?

Jsou páčky používány pro plynulé nastavení?

2.3.1.2 Ergonomické principy
1. Udržování přirozené polohy těla

Práce v přirozené poloze snižuje zátěž svalů, šlach a nervů. Dále má pozitivní vliv na preciznost a silový výkon člověka. Přirozené a nepřirozené polohy zápěstí, zad, loketního a ramenního kloubu zobrazuje Obrázek 38 až Obrázek 41. [94][96]

2. Snižování množství práce s těžkými břemeny

Snižování práce s nadměrně těžkými břemeny lze předcházet únavě a dlouhodobým zdravotním následkům. Ke zvedání těžkých břemen se doporučují použít např. jeřáby, balancéry a hydraulické zvedáky. Při manipulaci se používají např. vozíky a poháněné jednotky. [89][94]

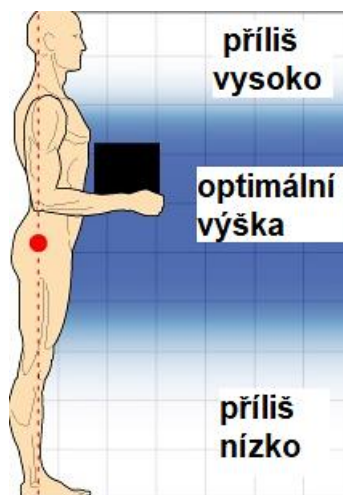
3. Tlumení vibrace

Tlumením vibrací, které nejčastěji vznikají při použití pneumatických nebo příklepových nástrojů, lze předcházet zánětům šlach, syndromu karpálního tunelu nebo Raynaudovu syndromu. Nejčastějším projevem zdravotních potíží, z dlouhodobého vystavení vibracím, je ztráta citlivosti v prstech, bolest rukou nebo zblednutí článků prstů. [89][94]

4. Snížení množství zbytečných pohybů [94]

5. Práce v optimální výšce (viz Obrázek 37)

Optimální pracovní výška člověka se nachází mezi jeho stehny a hrudníkem. V této výšce lze pomocí rukou a zad nejsnadněji zvednout břemeno. Břemeno je nejefektivněji zvedat co nejbližší u těla. [89][94]



Obrázek 37 - Optimální pracovní výška. [94, přepracováno]

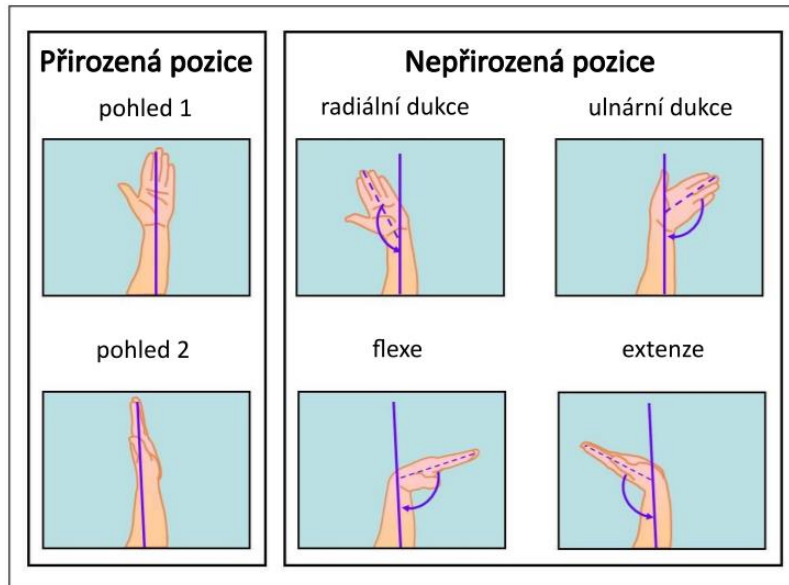
6. Zajištění dostatečného osvětlení

Špatně osvětlený pracovní prostor může způsobovat únavu očí, bolesti hlavy a celkově zvyšuje riziko vzniku dalších úrazů. Ideální pracovní prostor by měl být vybaven polohovatelným osvětlením, u kterého si lze nastavit teplotu a intenzitu světla. [89][91][94]

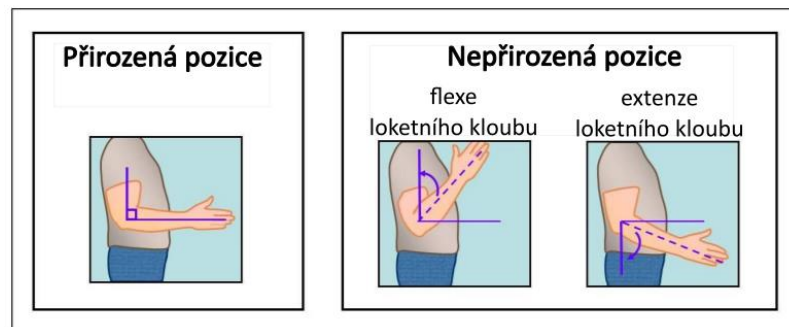
7. Zajištění přívětivých mikroklimatických podmínek

Mikroklimatické podmínky představují kvalitu ovzduší v pracovním prostředí. Nepříznivá kvalita ovzduší narušuje pracovní klid, pozornost a produktivitu práce. Náročnější podmínky mohou pro pracovníka představovat zdravotní riziko. Mikroklimatické podmínky jsou především dány teplotou, vlhkostí, tlakem, čistotou a prouděním vzduchu. Během pracovní činnosti je doporučováno udržovat teplotu těla na 36 - 37 °C. V chladnějším prostředí lze používat různé zdroje vytápění, naopak v teplejším prostředí se snažíme prostor ochladit pomocí klimatizace. Výměna vzduchu v uzavřených prostorech se zajišťuje pomocí nucené nebo přirozené ventilace. Přiváděný vzduch by měl být čistý, neměl by obsahovat škodlivé plyny nebo aerosol.

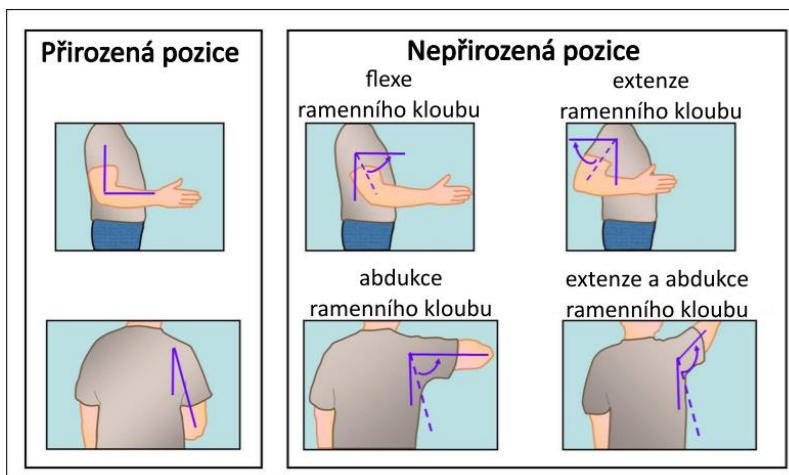
Optimální relativní vlhkost vzduchu v uzavřených místnostech se pohybuje v rozmezí 40 - 60 %. [89][91][94]



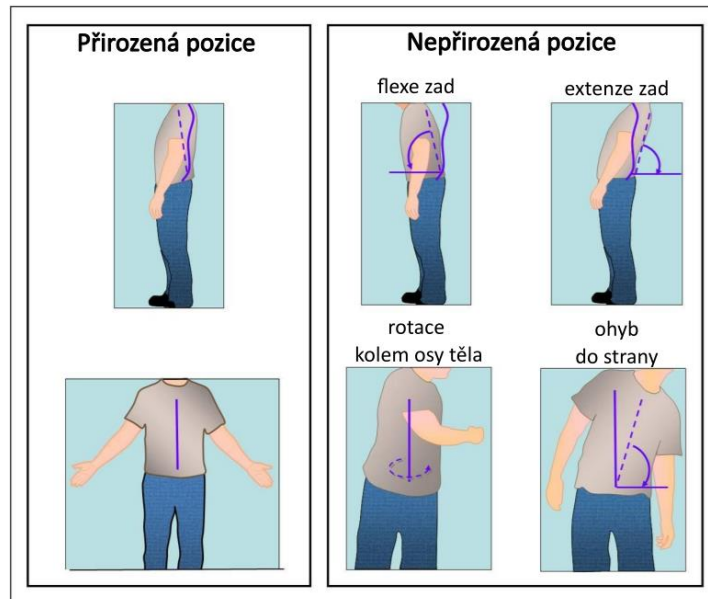
Obrázek 38 - Pozice zápěstí. [96, přepracováno]



Obrázek 39 - Pozice loketního kloubu. [96, přepracováno]



Obrázek 40 - Pozice ramenního kloubu. [96, přepracováno]



Obrázek 41 - Pozice zad. [96, přepracováno]

2.3.2 Zdravotní rizika při včelaření

Zanedbáváním principů ergonomie při včelaření si může člověk ohrozit své zdraví. Nesprávnou prací ve včelíně může dojít například k poranění rukou a chodidel, dehydrataci, alergické reakci na včelí bodnutí, nebo dlouhodobé bolesti zad.

2.3.2.1 Pracovní polohy

Práce ve včelařství obnáší zvedání a manipulaci s nástavky, rámků, případně s dalším včelařským vybavením v různých výškách. Při manipulaci se včelař ohýbá, otáčí a z hlediska ergonomie je vystaven rizikovým polohám. Hmotnost plného tenkostěnného nástavku úlu 39x24 o 11 rámcích se pohybuje do 30 kg. Plný rámeček váží do 2 kg. Inspekce rámků z pohledu ergonomie zahrnuje vyndání rámků do úrovně očí, pozornost při inspekci rámků za současného držení v blízkosti očí a poté pomocí rukou a zápěstí dochází k otočení rámků a zkontrolování druhé strany rámků. Mnohokrát má včelař při inspekci rámeček opřený o vrchní část nástavku, kde s rámečkem balancuje po hranách pro pohodlnější kontrolu. Vyndávání rámků včelař provádí uchycením horní loučky pouze konečky prstů, kvůli malému prostoru pro uchycení rámků. Odvíčkování plástů vidličkou či nožem může způsobovat nepřirozené polohy zápěstí a z dlouhého sezení za současného přidržování rámků dochází k únavě horní části zad, ramen a rukou. Při odvíčkování hrozí také poranění ruky při kontaktu s vidličkou. Při manipulaci s nástavky a rámků hrozí bolest spodní části zad, bolest ramenou, zalomení nehtů, poranění ruky o konec drátku na rámeček, nebo uvíznutím ruky mezi rámečkem či nástavkou, poranění nohou a chodidel při náhlém upuštění nástavku. Poranění rukou může nastat i během vkládání rámků do rotačního koše medometů. [97][98]

2.3.2.2 Mikroklimatické podmínky ve včelíně

Práce se včelami obnáší riziko včelího bodnutí, proto by se měl včelař obléknout do včelařského obleku, který se skládá z kombinézy, rukavic a včelařské kukly. Na druhou stranu při vyšších venkovních teplotách může být včelařovi v obleku nepříjemné teplo a následným zvýšením tělesné teploty může docházet k dehydrataci. Zásahy do úlu se včelař snaží provádět rychleji, v opačném případě by narušil klid včel, které by na včelaře začaly útočit. Podrážděné včely nepříjemně létají kolem včelaře a někdy se mohou dostat pod včelařský oblek. Tohoto rizika si je každý vědom, a proto mohou tyto včely způsobovat u včelaře mírný stres. Uklidňujícím faktorem pro včely je kouř produkovaný dýmákem. Včely se místo útoku instinktivně uchylují k ochraně zásob. Tento kouř může být pro některé včelaře nepříjemný, a tím způsobovat nevhodné klimatické podmínky pro práci. Obecně je kouř pro člověka škodlivý, může způsobovat plicní onemocnění. V porovnání zdravotního stavu plic včelařů s běžnými lidmi se výraznější rozdíly neprojeví. Důvodem může být pouze krátkodobé vystavení tomuto kouři. [97][98]

2.3.3 Aplikovaná ergonomie ve včelařství

Během inspekce včelích úlů si včelař vypomáhá rozpěrákem (viz Obrázek 42). Pomocí rozpěráku lze od sebe oddělovat nastavky, rámečky, úlová dna, případně jiné části úlu, které k sobě včely zatmelily. Dále lze rozpěrák používat na čištění rámků, škrábání nebo sekání. Rozpěrák je obvykle vybaven i hákem, kterým lze pohodlněji nadzvedávat jednotlivé rámečky. Používání rozpěráku chrání před poraněním prstů, kterými by jinak musel včelař od sebe oddělit jednotlivé části úlu. Oddělování jednotlivých částí je také s rozpěrákem pohodlnější a efektivnější. [81]



Obrázek 42 - Rozpěrák. [81]

Rámky se tradičně vyndávají za horní loučku, kterou včelař uchytí konečky prstů. Při častějším vyndávání rámků dochází k únavě částí ruky a malý prostor pro uchycení zvyšuje riziko vzniku poranění ruky o ostré hrany, nebo o konce drátků vycházejících z rámečky. Pro eliminaci těchto rizik a pro pohodlnější manipulaci s rámečky lze využívat včelařské kleště (viz Obrázek 43). Konstrukce kleští je uzpůsobena potřebám včelaře a má za cíl snížit únavu rukou. Z tohoto důvodu jsou madla kleští různě vysoká. Díky tomu je práce s kleštěmi hlavně při celodenní práci příjemnější. Uchopením vyššího madla směrem

do dlaně se včelař zbaví nepřírozeného kroucení zápěstím při zasouvání kleští mezi rámky. Zobáčky na konci kleští slouží ke snadnějšímu uchycení rámku. Po zachycení zobáčků za rámeček včelař nemusí vyvíjet tak velkou sílu na sevření kleští. Pro snazší uvolnění sevření kleští jsou na koncích umístěny pružinky. [99]



Obrázek 43 - Včelařské kleště. [99]

Manipulace s nástavky klade fyzické nároky na celou oblast horních končetin. Značně zatěžovanou částí jsou ruce, kterými včelař svírá nástavek. Požadavek na silné sevření nástavku pomáhají snižovat vyfrézované úchyty po stranách nástavku (viz Obrázek 44). Úchyty sice více přenášejí zatížení na články prstů, avšak ulevují od nepohodlného sevření celými dlaněmi. Používání úchytů navíc snižuje riziko upuštění nástavku z důvodu nízké adheze mezi dlaněmi a nástavkem.



Obrázek 44 - Úchyty na nástavku. [81]

Dalším předmětem ergonomického zhodnocení může být odvíčkování plástů. Tradičním způsobem je odvíčkování pomocí včelařské vidličky nebo nože. Tyto nástroje jsou navrženy s ohledem na ergonomii pro snížení únavy rukou a zápěstí. Ergonomickým prvkem těchto nástrojů je například optimálně navržené zahnutí nástroje, díky kterému lze předcházet únavě zápěstí. Pro pohodlné držení je nástroj v oblasti úchopu ergonomicky tvarovaný s ohledem na tvar ruky (viz Obrázek 45). [81]



Obrázek 45 - Včelařská vidlička. [81]

Snížení únavy těla při odvíčkování lze docílit také pomocí odvíčkovacích stolů a táců (viz Obrázek 46). Stůl zajistí optimální výšku pro práci, tác slouží pro uchycení rámků, tak aby včelař nemusel rámek přidržovat v druhé ruce. Držák rámků je tvarován s ohledem na příznivý úhel pozice rámků při odvíčkování. Optimální výška při práci má velký vliv na celkovou pracovní pohodu. Výška je stanovena tak, aby nedocházelo k nadměrné únavě určitých částí těla, například únava zad a ramenou. [81]



Obrázek 46 - Stůl s tácem na odvíčkování rámků. [81]

Celkovou změnu pracovních pohybů při odvíčkování přinesla mechanizace a automatizace. Změna charakteru práce ulevila opakovaně, či dlouhodobě zatěžovaným částím těla jako jsou ruce, zápěstí, ramena a záda. Nepřirozený pohyb při ručním odvíčkování tak nahradilo pouhé zakládání rámků, případně posuv rámků ve stroji. S vyšším stupněm automatizace ubývá množství potřebné práce pro odvíčkování plástu.

Ke zlepšení ergonomických podmínek ve včelařství přispívají také další automatizované přístroje. Automatická včelí váha snižuje počet vyžadovaných inspekcí úlů, díky tomu včelař nemusí tolikrát manipulovat s nástavky a rámků. Manipulaci s nástavky, případně s celými úly si lze usnadnit pomocí jeřábů, balancerů, vozíků nebo jiných speciálních zvedacích systémů.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Návrh automatizace ve včelíně

Dle Zprávy o stavu zemědělství ČR za rok 2020 zde převažují chovatelé vlastníci kolem 15 včelstev. Mým cílem je v této kapitole navrhnout automatizaci procesů ve včelíně tak, aby byla bakalářská práce přínosem pro nejpočetnější skupinu včelařů na území České republiky. Stupeň automatizace ve včelíně se odvíjí podle počtu chovaných včelstev. Z ekonomického hlediska se návratnost investice do automatizace ve včelíně zkracuje s rostoucím počtem chovaných včelstev. Předpokladem je, že automatizace ve včelíně zvýší efektivitu a sníží namáhavost práce, tak aby ji zvládli i fyzicky slabší včelaři. Automatizaci ve včelíně využijí i lidé, kteří nechtějí nebo nemohou obětovat příliš mnoho času pro jednotlivé včelařské úkony. Pro zajištění příznivé doby návratnosti investice včelín dimenzuji pro 40 včelstev. I přesto, že se mnou navržená velikost včelína poměrně liší od nejběžnějšího počtu včelstev na chovatele, předpokládám, že můj návrh bude i tak pro mnohé včelaře užitečný. Tento předpoklad stavím na úvaze, že při zavedení automatizace ve včelíně bude práce jednodušší, efektivnější a přívětivější, a tak se včelař nebude bránit rozšíření počtu včelstev.

Na základě popularity rámkové míry 39x24 v České republice návrh stavím právě na této nejrozšířenější míře. Ve včelínu je umístěno 40 tenkostěnných nástavkových úlů 39x24. Díky nástavkovému systému lze optimalizovat vztah mezi včelami, včelařskou prací a medným výnosem. Rámková míra 39x24 přináší dostatečnou kapacitu pro efektivní tvorbu včelího díla.

Návrh včelína v této bakalářské práci je koncipován s využitím částečné automatizace. Jedná se o automatizaci včelína, kde jsou jednotlivé pracovní procesy podpořeny mechanizačním zařízením. Oproti plně automatizovanému konceptu viz Kapitola 2.1.3.3 zde odpadá nutnost platit měsíční nájem, a tím je částečná automatizace včelína ekonomicky výhodnější. Navíc prvky návrhu částečně automatizovaného včelína mohou být jednodušeji přeneseny do praxe na téměř jakýkoliv včelín. Vlastní návrh plně automatizovaného včelína by nebylo možné přenést na již postavené včelíny v České republice kvůli jejich různorodé konstrukci. Včelař by tak byl nucen zakoupit na pronájem kompletně celý nový plně automatizovaný včelín. Nájem se u plně automatizovaného včelína platí kvůli příliš vysoké počáteční investici a složité technologické konstrukci, která vyžaduje údržbu a správu systémů. Z tohoto důvodu je návrh včelína s částečnou automatizací pro naplnění stanovených cílů bakalářské práce rozumnější.

3.1.1 Výběr strojů a zařízení

Jednotlivá zařízení volím na základě plánovaného množství chovaných včelstev, ceny výrobku a technologických vlastností.

3.1.1.1 Včelí váha

Včelí váhy jsou velmi užitečné při kočovném včelaření, avšak uplatnění nacházejí i při stacionárním včelaření. Ve včelíně slouží pro nerušené sledování stavu včelstva bez nutnosti rozebírat včelí úl. Na základě údajů z Tabulky 4 volím cenově příznivou variantu od výrobce CHYTRÉVČELY (viz Obrázek 47). Tato váha umožňuje čtení naměřených dat přímo z displeje. Možnost sledování naměřených dat přímo ve včelíně bez nutnosti použití telekomunikační sítě považuji v mém návrhu za důležitou vlastnost. V případě umístění včelína dál od bydliště váha umožňuje přenos dat také online. Oproti konkurenci váha zaostává pouze v oblasti ochrany včelstva proti krádeži. Váha se prodává za 7 950 Kč. Z volitelného příslušenství volím koupi OLED displeje (600 Kč) a přídatné senzory na měření vlhkosti vzduchu a tlaku (550 Kč). [100]



Obrázek 47 - Včelí váha od firmy CHYTREVCELY. [100]

3.1.1.2 Ometač včel

Ometač včel je efektivní zařízení při práci ve včelíně, proto jej volím do mého návrhu. Na základě údajů uvedených v Tabulce 5 volím ometač včel od firmy VP Ještěd (viz Obrázek 48). Tento ometač firma nabízí za příznivou cenu a součástí je také kontejner na ometené včely. K ometači je potřeba vlastní napájení např. autobaterie. Autobaterie jsou snadno dostupné, proto se z mého pohledu nejedná o vážnou nevýhodu. Navíc lze k napájení využít i starší autobaterie, které už byly pro napájení auta nedostatečné, avšak pro napájení tohoto zařízení mohou být stále dostatečné. Zařízení vyjde na 8 500 Kč. Baterie od výrobce Varta o napětí 12 V a kapacitě 8 Ah vyjde na 660 Kč. [68]



Obrázek 48 - Ometač včel od firmy VP Ještěd. [68]

3.1.1.3 Odvíčkovací zařízení

Efektivní odvíčkování za příznivou cenu vzhledem k množství chovaných včelstev splňuje zařízení s horizontálním kmitajícím nožem od firmy LEGA (viz Obrázek 49). Zařízení mění charakter tradiční práce při odvíčkování. Práce včelaře už nespočívá v namáhavém odvíčkování pomocí včelařské vidličky nebo nože, ale včelař provádí pohyb, při kterém posouvá rámy shora dolů přes vyhřátý kmitající nůž. Zvolené odvíčkovací zařízení tedy zlepšuje ergonomii práce v porovnání s ručním odvíčkováním. Jednotlivé části zařízení jsou dobře dostupné, čímž je čištění po skončení práce nenáročnou záležitostí. Odvíčkovací zařízení je potřeba umístit na odvíčkovací stůl, do kterého budou padat odstraněná víčka s medem a seříznutý vosk z plástů. Do návrhu volím nerezový odvíčkovací stůl o délce 1 m od firmy KONIGIN, který je nabízen s víkem (viz Obrázek 50). Uvnitř stolu je síto, přes které se odděluje med od vosku. Separovaný med lze poté získat výpustným kohoutem na dně stolu. Cena odvíčkovacího stolu o délce 1 m od firmy KONIGIN je 11 300 Kč. Za odvíčkovací zařízení od firmy LEGA včelař zaplatí 30 900 Kč. Zařízení jsem volil na základě kompromisu mezi cenou, ergonomií práce, efektivností a náročností na čištění zařízení.



Obrázek 49 - Odvíčkovací zařízení s horizontálním kmitajícím nožem. [74]



Obrázek 50 - Odvíčkovací stůl od firmy KONIGIN. [78]

3.1.1.4 Medomet

V rámci návrhu volím tangenciální zvrtný medomet od firmy KONIGIN (viz Obrázek 51). Důležitým prvkem medometu je maximální výška vložených rámků, která činí 260 mm. Konstrukce je tedy kompatibilní s plánovanými rámy 39x24. Medomet disponuje 4

kazetami, při chovu 40 včelstev považují vytáčení 4 rámků v jednom cyklu za postačující. Z ergonomického hlediska volím variantu se zvrtnými kazetami, které snižují manipulaci s rámkem. Při 40 včelstvech se jedná o vytáčení až 880 medných rámků. Při představě, že by se každý rámeček musel ručně obracet pro vytočení druhé strany, přináší zvrtný medomet značnou úsporu práce. Další významné snížení práce představuje použití elektrického stejnosměrného motoru pro pohon medometu. Zmíněné zlepšení pracovních podmínek při vytáčení medu vyjde s tímto medometem na 28 000 Kč.



Obrázek 51 - Tangenciální zvrtný medomet od firmy KONIGIN. [78]

3.1.1.5 Stáčecí nádoba

S ohledem na množství včelstev by byla přesná plnička medu příliš drahá. Lze předpokládat, že vyprodukovaný med ze 40 včelstev nebude včelař prodávat ve větší distribuci, a tak bude stačit na naplnění sklenic stáčecí nádoba. Nevýhodou těchto nádob je nízká přesnost stáčeného medu, která závisí na odhadu včelaře. Jistotu správné míry medu ve sklenicích lze u stáčecích nádob zajistit mírným přesahem kapacity sklenic. Tímto včelař zajistí spokojenost zákazníka bez nutnosti platit dražší zařízení. Plnění sklenic nad míru samozřejmě vytváří určité množství medu, u kterého nedojde ke zpeněžení. Na rozdíl od větších včelařských provozů lze u provozu se 40 včelstvy považovat toto nad kapacitní množství za zanedbatelné.

Stáčení medu plánuji provádět v plastové stáčecí nádobě o kapacitě 45 kg medu od firmy VP Ještěd (viz Obrázek 52). Nádoba je vyráběna z polyethylenu pro účely potravinářského průmyslu. Materiál nádoby zaručuje zachování původní kvality medu a vyhovuje všem hygienickým požadavkům. Při používání více nádob, lze pro uskladnění jednotlivé nádoby vkládat do sebe a tím šetřit místo ve včelíně. Z finančního hlediska zmiňovaná stáčecí nádoba vyjde na 520 Kč. Výběr nádoby je dán kritérii jako je ergonomie práce, cena nádoby a skladovatelnost.



Obrázek 52 - Stáčecí nádoba na med od firmy VP Ještěd. [68]

3.1.1.6 Separátor víček

Dříve vybrané poloautomatické zařízení na odvíčkování rámků vytváří větší množství směsi víček, vosku a medu, než vzniká při ručním odvíčkování. Z tohoto důvodu volím pro separování směsi elektrický separátor od firmy Carl Fritz (viz Obrázek 53). Separátor zvládne zpracovat 8 kg směsi za hodinu, což je při chovu 40 včelstev více než dostatečné. Zařízení vyjde na 33 700 Kč.



Obrázek 53 - Elektrický separátor víček od firmy Carl Fritz. [77]

3.1.1.7 Vařák na vosk

Tavení a čištění souší navrhuji provádět v oválném vařáku od firmy Logar s externím vyvíječem páry (viz Obrázek 54). V zařízení lze také čistit vosk získaný ze separátoru víček. Uvnitř vařáku je síto, které zachycuje hrubší nečistoty a tím napomáhá dosahovat vyšší kvality vytaveného vosku. Nerezová konstrukce zaručuje nezávadnost a při procesu tavení dochází i k desinfekci vložených rámků. Avšak je nutné být pozorný a znát rozdíl mezi desinfekcí a sterilizací, protože sterilizaci vosku zařízení neumožňuje. Ve vařáku lze současně vytavit až 20 rámků míry 39x24. Průměr vařáku činí 500 mm. V oblasti vařáků se jedná o jedno z dostupnějších řešení za cenu 10 990 Kč. Levnější variantou jsou pouze sluneční tavidla, která ovšem nedosahují potřebné kapacity a kvality vytavení. Vařák od firmy Logar jsem zvolil z důvodu dostatečné kapacity rámků a přijatelné ceny. I když zařízení neumožňuje sterilizaci vosku, nejedná se o vážný problém. Sterilizaci vosku provádí výrobce mezistěn, kterému se vytavený vosk zasílá.



Obrázek 54 - Vařák na vosk od firmy Logar. [75]

3.1.1.8 Krmítko

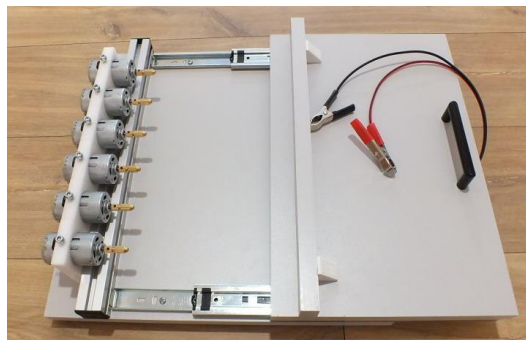
Příkrm včel bude zajištěn pomocí Jakubovského krmítka o objemu 5 l (viz Obrázek 55). Tento druh krmítka volím na základě preferencí jako jsou: čistota práce, rychlost odebrání zásob a doplňování zásob bez kontaktu se včelami. Z pohledu uskladnění jsou krmítka stohovatelná, a tudíž nebudou zabírat tolik místa jako např. zavařovací sklenice. Jakubovské krmítko o objemu 5 l je dostupné za 350 Kč. Alternativou k Jakubovskému krmítku na základě stanovených preferencí je krmítko stropní, které ovšem vyjde o něco draž.



Obrázek 55 - Jakubovské krmítko. [83]

3.1.1.9 Rámková vrtačka

Proces přípravy rámků navrhuji zrychlit pomocí rámkové vrtačky od slovenské firmy Enlia (viz Obrázek 56). Jedná se vícevřetenovou konstrukci, která umožňuje vyvrtat díry po celé délce loučky na jeden přísun. Zařízení výrazně přispívá ke zlepšení ergonomie práce, včelař provádí pouze jednoduchý přísun louček proti vrátkům. Zařízení vychází na 2 500 Kč.



Obrázek 56 - Vícevřetenová vrtačka rámků. [84]

3.1.1.10 Elektrický kladkostroj

Na základě Kapitoly 2.2.5.11 navrhuji manipulaci s nástavky a jinými břemeny usnadnit pomocí mostové konstrukce s elektrickým kladkostrojem. Volím elektrický řetězový kladkostroj ED06ST od firmy Kito. Jedná se o dvourychlostní variantu kladkostroje s rychlostí zdvihu 20 m/min, při přesné manipulaci lze využít rychlost 4 m/min. Nosnost 60 kg vyhovuje manipulaci s jednotlivými nástavky. Dostatečný je také jeho zdvih, který činí 3 m. Kladkostroj může být řízen pomocí dálkového ovládače, který lze integrovat do přípravku na uchycení nástavků. Tento kladkostroj lze pořídit od 34 000 Kč.

3.2 Vizualizace modernizace včelína

Vizualizace je provedena pomocí programu Autodesk Inventor Professional. Návrh včelína je koncipován do dvou prostředí. Vytáčení medu, odvíčkování, zpracování vosku a další včelařské činnosti bude včelař provádět v uzavřené místnosti, které se říká medárna. Oddělení úlů od místa zpracování medu zajistí větší klid na práci. Předchází se tím včelímu šmejdění. Okna by měla být vybavena včelími výkluzy, které případným včelám umožní opustit prostor medárny. Na Obrázku 57 je znázorněn interiér medárny, ve které jsou umístěny vybrané technické pomůcky pro usnadnění práce ve včelařství.



Obrázek 57 - Interiér medárny

Úly jsou umístěny venku pod přístřeškem (viz Obrázek 58). Zde bude včelař provádět inspekci včelstva, léčení, krmení a manipulaci s nástavky. Prostor je chráněn před deštěm pomocí transparentní polykarbonátové střechy. Tím se zajistí dostatek světla při práci. Otevřený prostor přístřešku přispívá k zajištění příznivých mikroklimatických podmínek s přirozeným prouděním vzduchu. Světlá výška přístřešku je 2,50 m. Tím přístřešek splňuje hygienické požadavky na prostor pracoviště. Nařízení vlády č.361 uvádí minimální výšku pracoviště 2,10 m pro práci vykonávanou výjimečně. Další vizualizaci včelína lze nalézt v příloze bakalářské práce.



Obrázek 58 - Koncept včelína

3.3 Ergonomická analýza pracovních pohybů

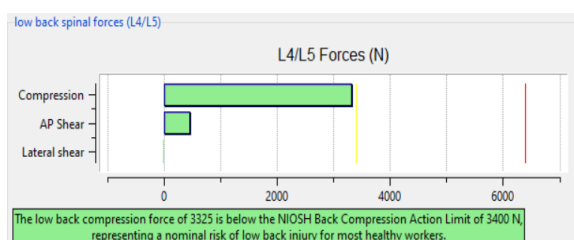
Analýza jednotlivých úkonů ve včelařství byla provedena s využitím programu Siemens Tecnomatix Jack 9.0. Nejprve je u každé podkapitoly provedena analýza pohybů bez využití mechanizační, nebo automatizační techniky. Poté následuje ergonomické zhodnocení dané činnosti s využitím techniky. Dále jsou případně probrány její přínosy ve srovnání s původním stavem. V závislosti na rozmanitosti antropometrických údajů lidí mohou být výsledky analýzy mírně odlišné od skutečných hodnot konkrétního včelaře. Získané výsledky ovšem poskytují dostatek informací k analýze náročnosti pracovních poloh a jejich zhodnocení. Pro získání objektivních dat byl posuzovaným subjektem vybrán průměrný Evropan o výšce 175 cm a hmotnosti 79 kg.

Přijatelnost pracovních poloh byla posouzena metodou OWAS a také dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., které stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci. Metoda OWAS umožňuje rychlé zhodnocení pozice zad, dolních i horních končetin, trupu a uvažuje i případné zatížení břemenem.

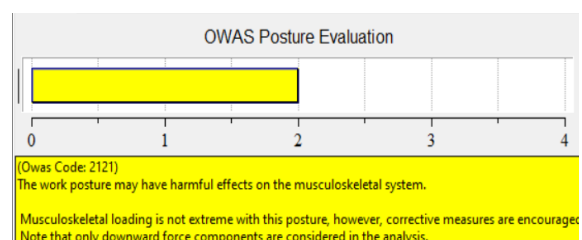
Analýza zatížení spodní části zad byla provedena pomocí metody Lower Back Analysis (dále LBA). Tato metoda vychází z metody NIOSH, která je jednou z nejrozšířenějších metod pro hodnocení zátěže při manipulaci s břemeny. Metoda NIOSH byla použita také při analýze horních končetin během zvedání nástavků z vyšších pater.

3.3.1 Manipulace s nástavky

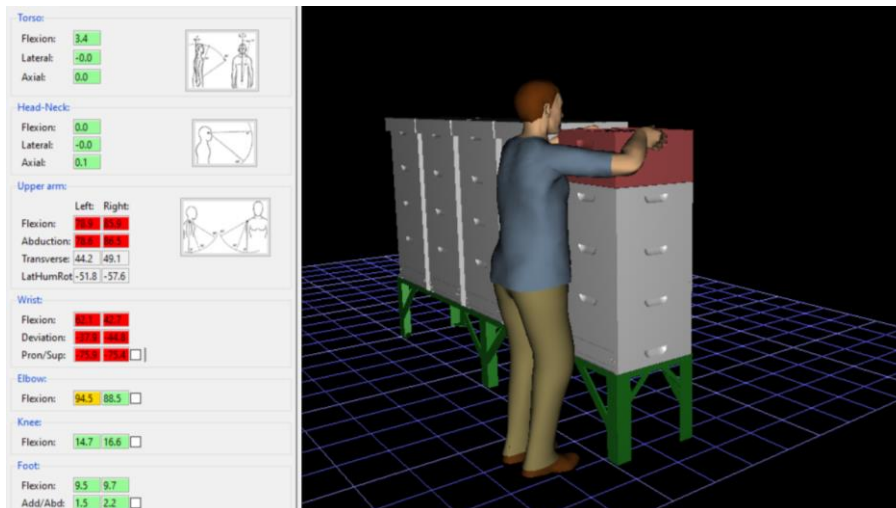
Manipulace s nástavky je kvůli jejich vyšší hmotnosti (až 30 kg) poměrně náročnou činností. Analýza NIOSH poukázala na nadměrné zatížení zápěstí a ramen. Z analýzy LBA vyplývá zvýšené zatížení spodní části zad, kde hodnoty dosahují 3325 N (viz Obrázek 59). Pracovní poloha je dle analýzy OWAS ohodnocena úrovní 2, která značí, že poloha může mít škodlivý efekt na tělo. Výsledky této analýzy jsou znázorněny na Obrázku 60. Dle nařízení vlády č. 361 se nacházejí zápěstí a horní končetiny v nepřijatelné poloze. Důležitým faktorem je vzdálenost těla od nástavků při zvedání. Včelař by se měl při zvedání nástavku nacházet co nejbližší, tak aby byla práce méně namáhavá. Pro posouzení náročnosti zvedání nástavků byla vybrána nejhorší poloha, tedy odebírání nástavků z vyšších pater (viz Obrázek 61).



Obrázek 59 - Manipulace s nástavky, analýza LBA



Obrázek 60 - Manipulace s nástavky, analýza OWAS



Obrázek 61 - Manipulace s nástavky

Výše zmíněná rizika a náročnost úkonu se snížila pomocí elektrického kladkostroje. Včelař zvedá nástavek pomocí přípravku pro uchycení nástavku, který je zavěšen na kladkostroj (viz Obrázek 62). Posléze nástavek odkládá na vozík, se kterým může nástavek přemístit do medárny. V medárně z nástavku odebírá samotné rámy, které může postupně ihned odvíčkovat. Odvíčkování a vytočení rámeček včelař vkládá zpět do nástavku. Nástavek včelař vrací do úlu opět pomocí vozíku a kladkostroje.



Obrázek 62 - Návrh zdvihacího zařízení ve včelíně

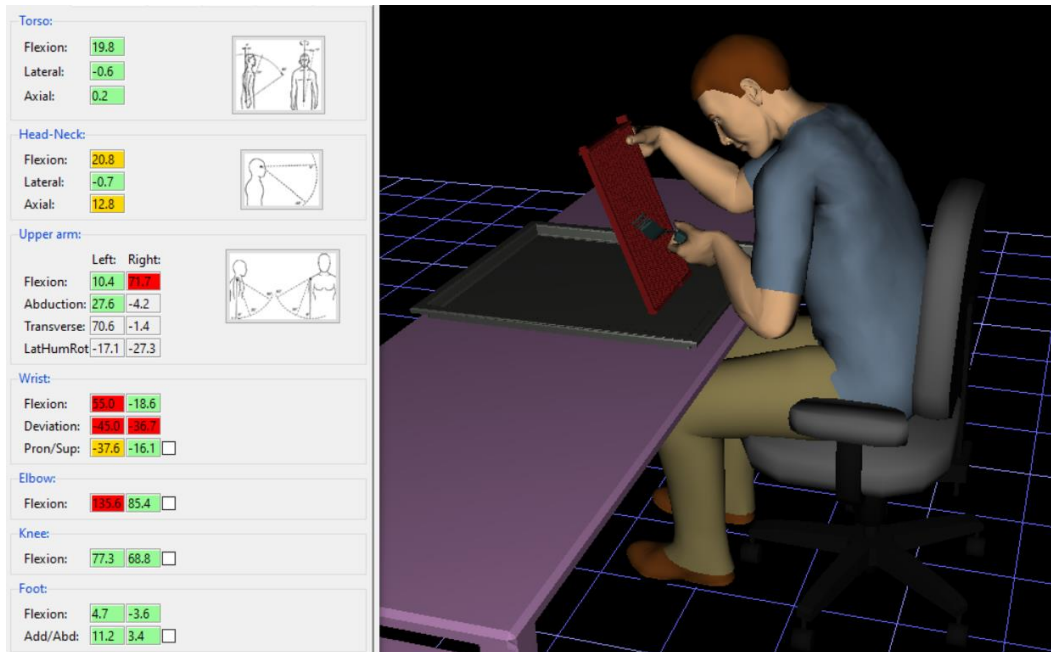
3.3.2 Odvíčkování

V rámci této kapitoly byly provedeny ergonomické analýzy pro tři způsoby odvíčkování. Nejprve byla provedena analýza odvíčkování plástů včelařskou vidličkou vsedě (viz Obrázek 63). Dle nařízení vlády č. 361 je v dané pozici nepřírozená poloha zápěstí levé ruky, dochází k příliš velké ulnární dukci¹¹ a dorzální flexi¹². Namáhavost práce je dána především frekvencí pohybu zápěstím. Pro odvíčkování jednoho rámečku včelař vykoná až 80 pohybů zápěstím během dvou minut. Poloha levého lokte je také vyhodnocena jako

¹¹ Pohyb zápěstí směrem za malíkem

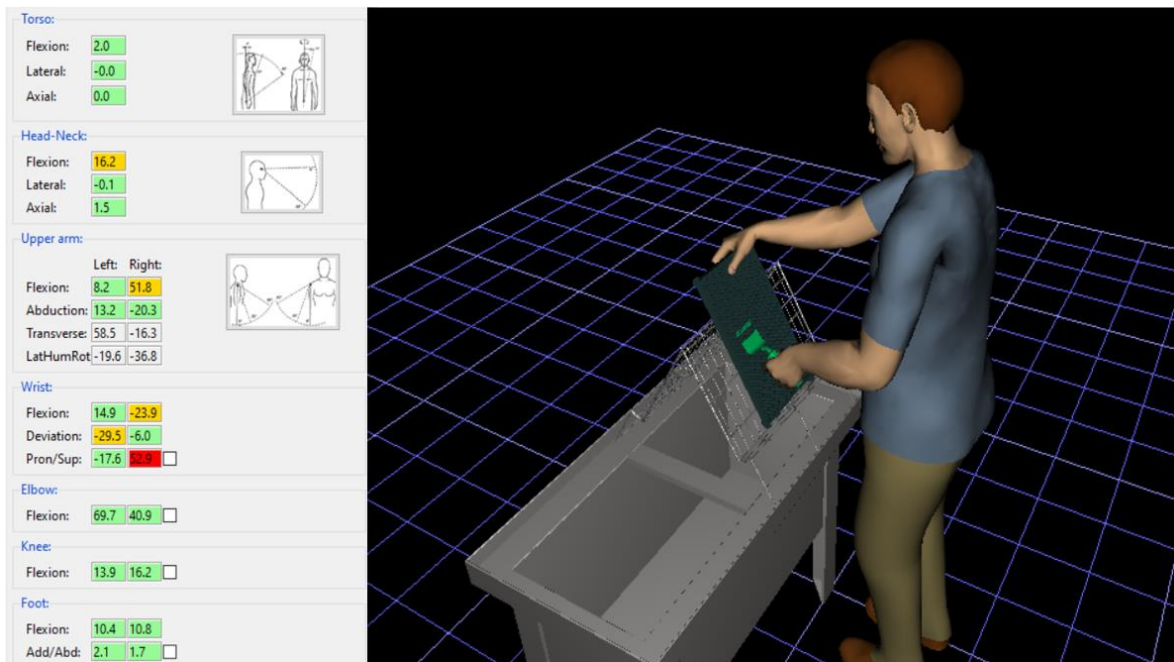
¹² Pohyb zápěstí směrem za hřbetem ruky

nepříjemná. Při nepřetržitém odvíčkování v této poloze po delší dobu (8 hodin) hrozí bolest zápěstí a rukou. Poloha vsedě je z hlediska únavy nohou příznivá, avšak hrozí zde riziko shrbení, které může v dlouhodobém horizontu způsobovat bolest zad. Z dlouhého sezení za současného přidržování rámpky dochází k únavě horní části zad, ramen a rukou.



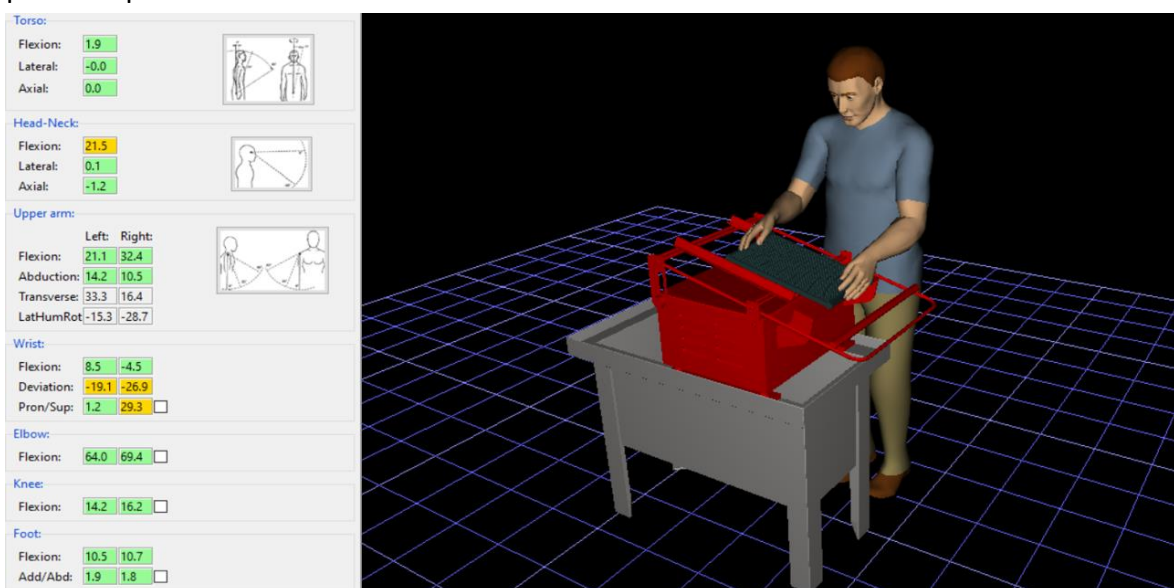
Obrázek 63 - Odvíčkování vsedě

Vzhledem ke zdraví páteře vychází lépe z hlediska ergonomie poloha vstojie. Tato poloha byla druhým předmětem ergonomické analýzy způsobů odvíčkování. Na Obrázku 64 je znázorněno odvíčkování vstojie s využitím přípravku na uchycení rámpků. Při výběru odvíčkovacího stolu je důležitá jeho výška, tak aby výsledná pracovní rovina byla v optimální pracovní výšce. Dle nařízení vlády č. 361 vyplývá z této pracovní polohy zlepšení ergonomie pohybu v oblasti rukou, lokte i zad. Zlepšení pracovní polohy přispívá následně ke snížení únavy těchto oblastí. Poloha zápěstí levé ruky a frekvence pohybů se zde nemění, jedná se tedy stále o značně namáhanou část těla. Avšak oproti poloze vsedě dlouhodobá poloha vstojie způsobuje únavu dolních končetin.



Obrázek 64 - Odvíčkování vstoje

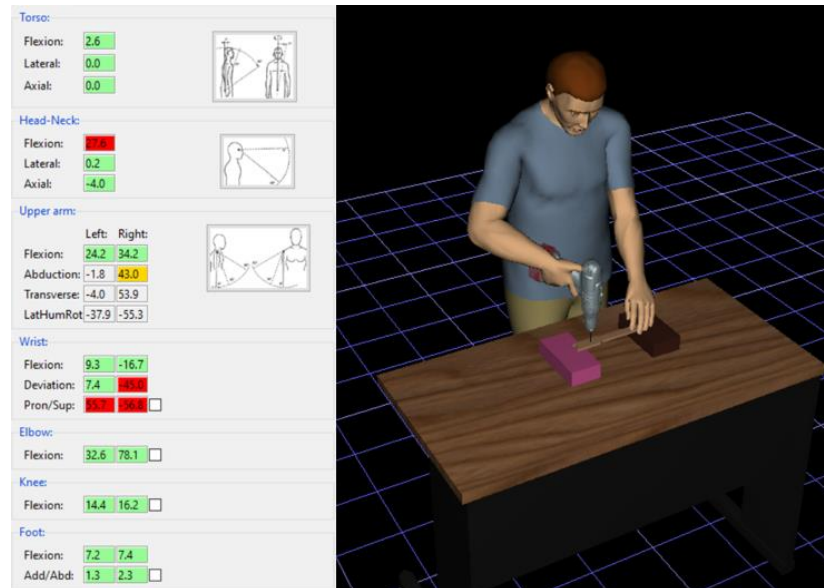
Námahu zápěstí způsobenou odvíčkováním pomocí včelařské vidličky nebo nože lze eliminovat pomocí odvíčkovacího zařízení. Odvíčkování probíhá posunem rámku shora dolů přes vyhřátý kmitající nůž (viz Obrázek 65). Posuv rámku je usnadněn navádějícími lištami, včelař tedy nemusí držet rámek po celou dobu odvíčkování. Výsledky simulace dle nařízení vlády č.361 sice stále upozorňují na polohu zápěstí, avšak zde je potřeba brát v potaz, že zápěstí v tomto případě nevykonává hlavní pohyb. Rámek včelař posouvá pohybem rukou a mírnou rotací těla. Ve srovnání s klasickým způsobem odvíčkování včelař nevykonává dříve zmíněný frekventovaný pohyb zápěstím, a tím dochází ke snížení námahy zápěstí. Odvíčkování tímto způsobem je navíc daleko rychlejší, včelař tak stráví v dané pracovní poloze méně času.



Obrázek 65 - Odvíčkování pomocí zařízení

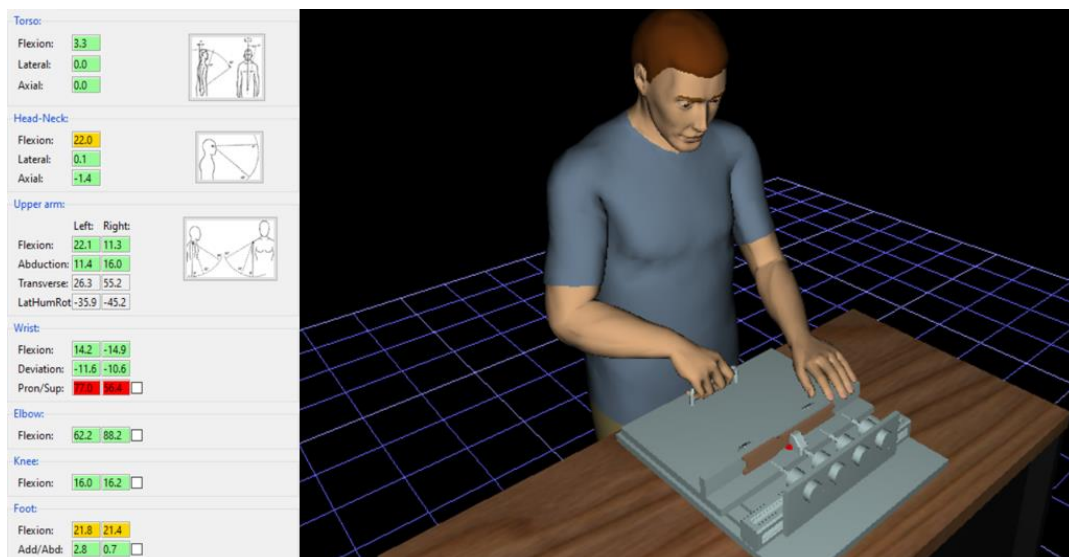
3.3.3 Příprava rámků

V domácích podmínkách může včelař provádět vrtání rámků pomocí snadno dostupné aku vrtačky. Příprava rámků tímto způsobem je dle simulace a následné ergonomické analýzy namáhavá v oblasti zápěstí (viz Obrázek 66). Příčinou je dle nařízení vlády č.361 nepříjemná poloha zápěstí s působící tíhou samotné vrtačky a požadavek na vrtání kolmo k loučce. Nepříjemný sklon hlavy je zde kvůli výšce pracovní roviny, která je snížena o výšku vrtačky pro její uchycení.



Obrázek 66 - Vrtání loučky pomocí aku vrtačky

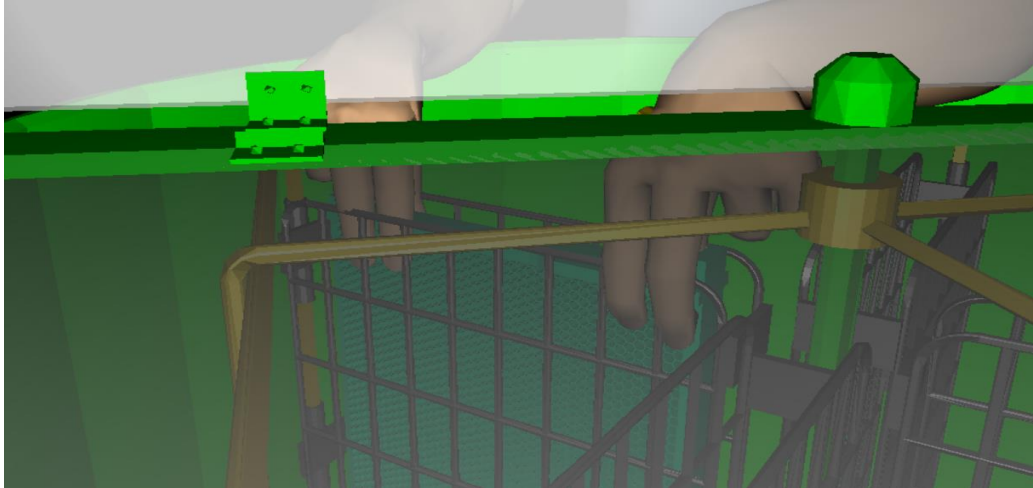
Vrtání rámků pomocí speciálního vícevřetenového přípravku umožňuje připravit rámeček až 3x rychleji. Ze simulace vyplývá zlepšení polohy zápěstí a hlavy. Na Obrázku 67 je vidět upozornění na rotaci zápěstí. Červené hodnoty ovšem nemusí vždy znamenat problém. Zde nedochází k zatížení zápěstí, včelař pouze minimální silou pohybuje s loučkou po kolejničkách směrem k vřetenům a zpět. Navíc se jedná o krátkodobou činnost, kde nehrozí z důsledku nepříjemné polohy zdravotní komplikace, či únava.



Obrázek 67 - Vrtání loučky pomocí vícevřetenového přípravku

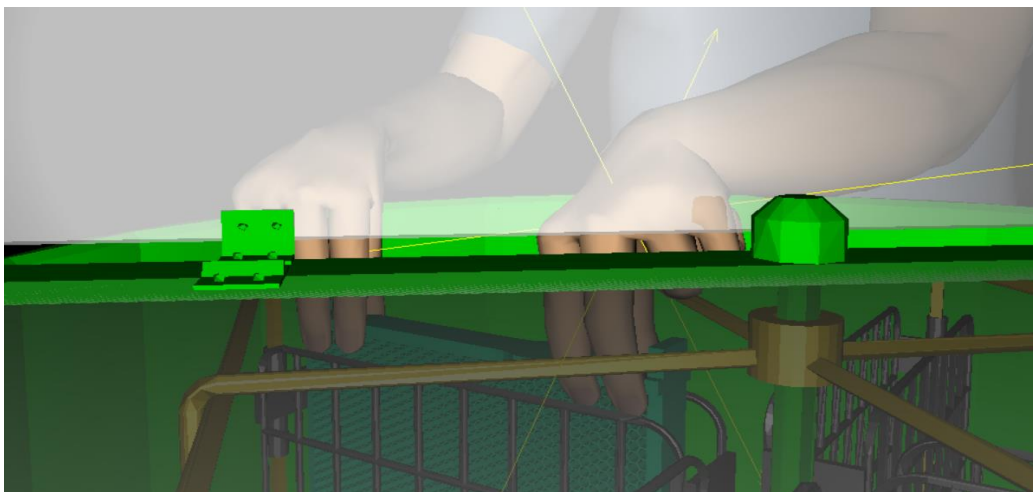
3.3.4 Vkládání rámků do medometu

Z pohledu ergonomie lze při výběru medometu upozornit na hloubku koše medometu. Při vkládání a vyndávání rámků do příliš hlubokého koše může docházet z důvodu stísněného prostoru k poranění prstů (viz Obrázek 68).



Obrázek 68 - Příliš velká hloubka koše medometu

Poranění prstů lze předcházet změnou konstrukce koše medometu. Při nižší hloubce bude část rámků převyšovat rám koše a včelař ho snadněji uchytí (viz Obrázek 69). Z hlediska ergonomie je vhodné při manipulaci s rámkem používat včelařské kleště. Sníží se tím riziko poranění prstů o ostré hrany, konce drátků a uchycení rámků je také pohodlnější. Použití dalšího nástroje, avšak narušuje plynulost práce, a proto velká část včelařů tyto kleště nepoužívá. V zájmu ergonomie by mělo být pracovní prostředí uzpůsobeno vzhledem k antropometrii člověka, příkladem je zmíněná hloubka koše medometu.

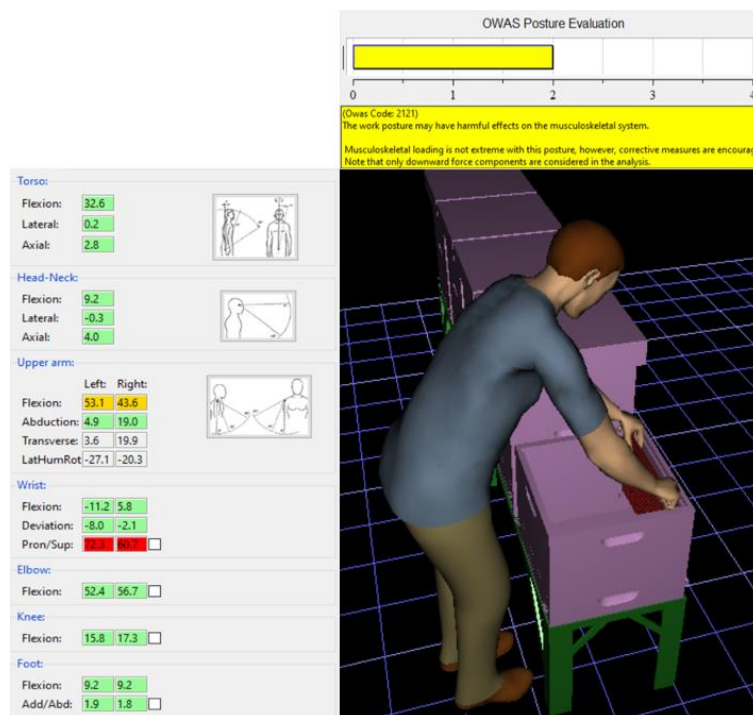


Obrázek 69 - Optimální hloubka koše medometu

3.3.5 Vkládání rámků do nástavku

Rámky lze umístit do nástavků dvěma způsoby. Prvním způsobem je vytváření stavby na teplo (viz Obrázek 70). Pracovní poloha je dle výsledků simulace přijatelná. Červeně zvýrazněné hodnoty u rotace zápěstí v tomto případě nejsou stěžejní. Únava zápěstí a případné zdravotní komplikace by mohly nastat, pokud by člověk v této poloze setrval

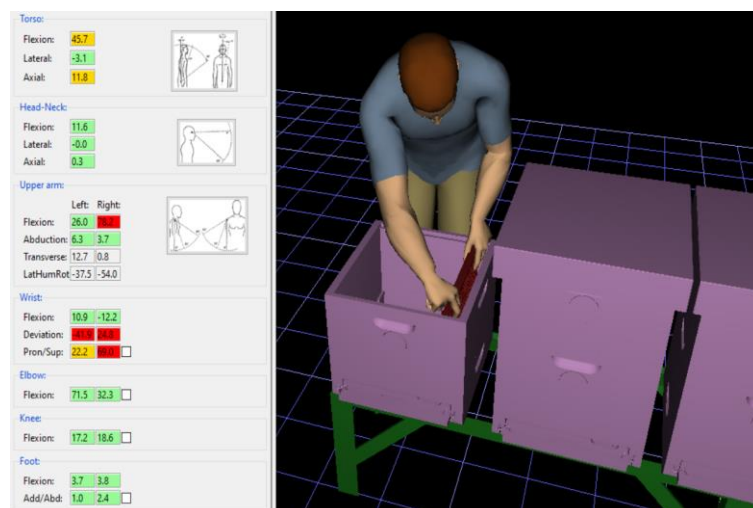
po dobu více jak 8 hodin. Při vkládání rámků blíže k česnu se zvětšuje vzdálenost rukou od těla. Tato pozice spolu s tíhou plného rámků může při vyšší četnosti způsobovat únavu rukou a zad.



Obrázek 70 - Stavba na teplo

Pracovní poloha při stavbě na studeno (viz Obrázek 71) je dle nařízení vlády č.361 namáhavější v oblasti trupu, zápěstí a pravé ruky než poloha při stavbě na teplo. Z ergonomického hlediska časté zvedání břemen za současné rotace těla může vést ke zdravotním komplikacím.

Nejvhodnějším způsobem by bylo jednotlivé polohy střídat, neboť krátkodobá práce v nepřírozené poloze není zdraví škodlivá. Naopak občasné vkládání rámků na studeno může mít příznivý vliv na tělo, protože dochází k protažení svalstva a zapojení i jinak nepoužívaných svalů.



Obrázek 71 - Stavba na studeno

3.4 Ekonomické zhodnocení návrhu

Navrhovaná zařízení bezpochyby usnadní práci ve včelíně a sníží riziko vzniku dlouhodobých zdravotních problémů. Další důležitou oblastí je ekonomické zhodnocení návrhu. Na základě celkových ročních výnosů, nákladů a opotřebení majetku vypočítám dobu návratnosti počáteční investice do modernizovaného včelína. Ekonomická rozvaha je ve včelařství poměrně složitou záležitostí s mnoha působícími faktory, které ovlivňují budoucí výnosy. Neočekávanou událostí může být například nákaza moru včelího plodu, nebo nepravidelný výnos medu. Nutno podotknout, že včelařství je z velké míry zálibou, než aby se jednalo o pravidelný příjem.

3.4.1 Celkové roční náklady (chov 40 včelstev)

Při výpočtu celkových ročních nákladů využiji stanovené parametry návrhu, jedná se o počet včelstev, druh úlu a počet nástavků. Včelín je navržen pro chov 40 včelstev v úlech 39x24 o 4 nástavcích, kde každý pojme 11 rámků. Ve včelařství jsou provozní náklady zastoupeny spotřebovaným materiálem, energiemi, odbytovými náklady a osobními náklady.

Náklady na materiál

Jedná se o náklady na krmivo, léky a mezistěny. Krmivo a léky mohou být sníženy pomocí dotací. Pro splnění dotačních podmínek je výhodné být členem Českého svazu včelařů. V rámci příkrmu připadá na každé včelstvo 15 kg cukru. Ke dni 21.07.2022 lze cukr krystal koupit za 20 Kč/kg. Pro 40 včelstev se jedná o náklady na krmivo v hodnotě 12 000 Kč. V rámci podpory včelařství lze získat od státu dotaci na krmivo každého zazimovaného včelstva kolem 160 Kč. S dotační podporou roční náklady na krmivo činí 5 600 Kč. Léčení 3x Varidol, 1x Formidol vychází na 54 Kč na včelstvo. S dotační podporou lze zmíněnou kombinaci léčiva koupit za 25 Kč na včelstvo. Celkové roční náklady na léky s využitím dotace činí 1 000 Kč. Při 40 včelstvech bude potřeba za rok obměnit kolem 400 souší, z toho plyne nákup nových mezistěn. V návrhu plánuji vyváření souší, kde se získaný vosk pošle k výrobcí mezistěn. V rámci této výměny cena jedné mezistěny vychází na 4 Kč. Při porovnání s nově zakoupenou mezistěnou v hodnotě 30 Kč se jedná o značnou úsporu peněz. Celkové roční náklady na výměnu mezistěn činí 1 600 Kč. Celkové roční náklady na materiál tedy činí 8 200 Kč (viz Tabulka 12).

Tabulka 12 Náklady na materiál (40 včelstev)

Subjekt	Cena [Kč]	Dotace [Kč]	Cena po snížení [Kč]
Krmivo	12 000	6 400	5 600
Léčivo	2 160	1 160	1 000
Mezistěny	1 600	0	1 600
Celkem	15 760	7 560	8 200

Daně z příjmů

Podle zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů je včelař chovající do 60 včelstev osvobozen z placení této daně.

Energie

Náklady na energie jsou ve včelíně tvořeny spotřebou elektrické energie a vody (viz Tabulka 14). Včelař pracuje ve včelíně intenzivněji přes léto, není tedy potřeba řešit vytápění včelína a spotřeba energie na svícení se dá považovat za zanedbatelnou. V době psaní této bakalářské práce se cena elektřiny pohybuje okolo 6 Kč/kWh. Největší odběr elektřiny budou mít vybraná automatizační zařízení. Horizontální odvíčkovací zařízení od firmy LEGA má příkon 880 W. Za hodinu včelař zvládne na tomto zařízení odvíčkovat až 120 rámků. Při 40 včelstvech v úlech o 3 medných nástavcích je maximální počet rámků k odvíčkování 1320 kusů. Zařízení bude tedy v provozu 11 hodin čistého času. Prostoje mezi čistou prací odhaduji na 4 hodiny. Náklady na elektřinu činí 80 Kč. Vybraný medomet má příkon 250 W. Vytočení 4 rámků zabere kolem 2 minut. Na vytočení všech rámků medomet spotřebuje energii v hodnotě 90 Kč. Separátor na víčka má příkon 2 kW. Pro zpracování 16 kg směsi víček je potřeba mít zařízení zapnuté po dobu 2 hodin. Odběr elektřiny je poté v hodnotě 24 Kč. Vařák na vosk má příkon 2,2 kW. Za 30 minut zvládne roztavit 20 souší. Za rok se vymění kolem 10 starších rámků na včelstvo. V mém návrhu je tedy potřeba roztavit 400 souší ročně. Z toho plyne, že vařák na vosk by měl být v provozu 10 hodin ročně. Cena elektřiny poté vychází na 132 Kč. Při přípravě krmiva se cukr běžně rozpouští na sporáku, kde velká plotýnka má příkon 2 300 W. Výroba roztoku o 15 kg cukru tímto způsobem časově vychází na 20 minut. Celkový čas na přípravu roztoku pro 40 včelstev je tedy 13 hodin. Následně cena spotřebované energie sporákem činí 180 Kč.

Za předpokladu dvou medobraní ročně je nutné při výpočtu roční spotřeby energie započítat odvíčkování, vytáčení medu a separaci víček dvakrát. Vyvážení vosku a krmení včelstev se dělá pouze jednou ročně. Celková cena spotřebované elektřiny ve včelíně při dvou medobraní ročně se pohybuje kolem 700 Kč (viz Tabulka 13).

Tabulka 13 Spotřeba elektrické energie ve včelařství (40 včelstev)

Činnost	Celkový odběr energie za rok [kWh]	Cena spotřebované energie za rok [Kč]
Odvíčkování (2x)	26,4	160
Vytáčení medu (2x)	29,6	180
Separace víček (2x)	8	48
Vyvážení vosku	22	132
Krmení včelstev	30	180
Celkem při dvou medobraní ročně	116	700

Včelařské vybavení je potřeba po medobraní vždy umýt. Spotřebu vody ve včelíně odhaduji na 1 m³. Současná cena vody se v Královohradeckém kraji pohybuje okolo 90 Kč/m³. Ročně vyjdou včelaře náklady za vodu na 90 Kč.

Tabulka 14 Náklady na energii (40 včelstev)

Energie	Roční náklady [Kč]
Elektrická energie	700
Voda	90
Celkem	790

Osobní náklady

Velká část včelařů nepovažuje práci ve včelách za výdělečnou činnost. Avšak každá práce a každý strávený čas se dá finančně ohodnotit. Včelař by měl započítat do nákladů i tento aspekt, neboť při prodeji medu má z naší práce užitek cizí člověk. Přeci bychom dobrovolně nešli obdělávat cizí pole, ze kterého bychom nic nedostali. Finanční ohodnocení práce stanovuji na 110 Kč/hod, což je něco málo nad minimální mzdou. Určit počet hodin strávený ve včelařství je bez praktického měření velmi obtížné. Z tohoto důvodu mohu pouze provést hrubý odhad na 250 hodin za rok. Odhad jsem stanovil na základě vypočtených čistých časů chodu zařízení a dále jsem připočetl časovou přírážkou na prodlevy, přípravu a úklid po práci. Dle časových záznamů ve včelařském deníku mého otce jsem odhadl také dobu na další činnosti ve včelařství. Roční osobní náklady tedy činí 27 500 Kč.

Odbytové náklady

Náklad na balení představují sklenice na med, víčka a případně u velkochovatelů etiketa. Cena sklenice pro 1 kg medu včetně víčka vychází ke dni 21.07.2022 na 11 Kč/kus. Za předpokladu ročního výnosu medu 15 kg na včelstvo, činí celkový roční výnos 40 včelstev 600 kg. Pro distribuci 600 kg medu je potřeba 600 kusů sklenic. Celková částka na odbytové náklady činí 6 600 Kč.

Souhrn

Celkové roční náklady jsou tvořeny náklady provozními. Tabulka 15 znázorňuje souhrn jednotlivých nákladových položek, jejichž rozbor je proveden výše. Celkové roční náklady při včelaření dle stanovených parametrů činí 43 090 Kč.

Tabulka 15 Celkové roční náklady při chovu 40 včelstev

Náklady	Celkem [Kč]
Náklady na materiál	8 200
Energie	790
Osobní náklady	27 500
Odbytové náklady	6 600
Celkem	43 090

3.4.2 Celkové roční výnosy

V rámci návrhu vzhledem k počtu chovaných včelstev uvažuji prodej medu ze dvora. Průměrná cena medu za rok 2021 při koupi přímo u včelaře byla 170 Kč/kg. Dle Zprávy o stavu zemědělství České republiky za rok 2020 byl průměrný výnos na včelstvo 15 kg medu. Při chovu 40 včelstev a průměrném teoretickém výnosu medu na včelstvo 15 kg vychází celkový roční výnos z prodeje medu na 102 000 Kč.

3.4.3 Investiční náklady

Seznam položek v rámci investičních nákladů je uveden v Tabulce 16. Pořizovací cena včelařského vybavení může být snížena pomocí poskytovaných dotací. Dotace na včelařské zařízení může být ve výši až 90 % pořizovacích nákladů. Maximální výše uznatelné částky za všechna nakoupená zařízení činí 100 000 Kč. V rámci výpočtů budu počítat s obvykle poskytovanou dotací ve výši 70 % pořizovacích nákladů. Dále je také dán limit maximální dotované částky, který je stanoven pro každé jednotlivé zařízení. Na nákup včelích úlů lze uplatnit krajské dotace ve výši až 90 % do částky 100 000 Kč. Reálná výše dotace bývá kolem 40 %. Položka ostatní náklady slouží k vyjádření nákladů na drobné včelařské vybavení, jako je včelařský oblek, včelařské pomůcky nebo nádoby na med. Stanovení výše nákladů na stavbu včelína je komplexní záležitostí. Z tohoto důvodu se omezím na pouhý odhad těchto nákladů. Na základě informací z Kapitoly 2.1.3 předpokládám výši nákladů na stavbu včelína v hodnotě 120 000 Kč. Celková cena investice po uplatnění dotační podpory vychází na 361 407 Kč.

Tabulka 16 Investiční náklady a dotace (40 včelstev)

Subjekt	Investiční náklady [Kč]	Dotace [Kč]	Cena po snížení [Kč]
Včelín	120 000	0	120 000
Včelí úl 40x	200 000	80 000	120 000
Úlová váha	9 100	6 370	2 730
Ometač včel	9 160	0	9 160
Odvíčkovací zařízení	30 800	15 000	15 800
Odvíčkovací stůl	11 300	0	11 300
Medomet	28 000	19 600	8 400
Stáčecí nádoba	520	0	520
Separátor víček	33 700	20 000	13 700
Vařák na vosk	10 990	7 693	3 297
Krmítko 40x	14 000	0	14 000
Rámková vrtačka	2 500	0	2 500
El. Kladkostroj	34 000	0	34 000
Ostatní	6 000	0	6 000
Celkem	510 070	148 663	361 407

3.4.4 Opotřebení majetku

Používáním včelařského zařízení dochází časem k jeho opotřebení a po určité době je nutná jeho obnova. To samé se týká také samotné stavby včelína a včelích úlů. Toto opotřebení lze vyjádřit pomocí odhadované doby životnosti majetku a pořizovací ceny. Na základě údajů z Tabulky 17 vychází roční opotřebení majetku na 24 928 Kč.

Tabulka 17 Opotřebení majetku (40 včelstev)

Subjekt	Pořizovací cena [Kč]	Životnost [roky]	Roční opotřebení majetku [Kč]
Včelín	120 000	40	3 000
Včelí úl 40x	120 000	10	12 000
Úlová váha	2 730	10	273
Ometač včel	9 160	10	916
Odvíčkovací zařízení	15 800	10	1 580
Odvíčkovací stůl	11 300	20	565
Medomet	8 400	10	840
Stáčecí nádoba	520	5	104
Separátor víček	13 700	10	1 370
Vařák na vosk	3 297	10	330
Krmítko 40x	14 000	10	1 400
Rámková vrtačka	2 500	10	250
El. Kladkostroj	34 000	20	1 700
Ostatní	6 000	10	600
Celkem			24 928

3.4.5 Doba návratnosti

Hlavním důvodem modernizace včelína je zlepšení pracovních podmínek. Hlavním cílem tedy není dosáhnout vyšších zisků, a proto budu při výpočtu doby návratnosti uvažovat peněžní příjmy z prodeje medu. Při zaměření na tvorbu zisku, bych ve výpočtu uvažoval pouze peněžní příjmy, které by přinesla investice.

Vzorec na výpočet doby návratnosti:

$$DN = \frac{IN}{CF} \quad (1)$$

Zkratka *IN* zde představuje investiční náklady plynoucí z nákupu strojů a zařízení. Zkratka *CF* je cash flow.

CF se vypočítá ze zisku a opotřebení následovně:

$$CF = zisk + opotřebení = výnosy - náklady + opotřebení \quad (2)$$

Po dosažení:

$$CF = 102\,000 - 43\,090 + 24\,928 = 83\,838 \quad (3)$$

Při nákupu strojů a zařízení lze využít poskytované dotace, a proto se investiční náklady sníží o částku získanou na dotacích. Započítáním dotací vznikne vzorec:

$$DN = \frac{IN - dotace}{CF} [\text{rok}] \quad (4)$$

Po dosažení:

$$DN = \frac{510\,070 - 148\,663}{83\,838} = 4,31 \cong 5 \text{ let} \quad (5)$$

Počáteční investice do strojů a zařízení se zaplatí z prodeje medu do 5 let. Tato doba návratnosti je příznivá pro investici, neboť je kratší než predikovaná životnost každého vybavení.

3.4.6 Přepočítání na jiný počet včelstev

Výpočtem doby návratnosti investice při jiném počtu chovaných včelstev je ověřeno, pro jaký počet včelstev jsou vybraná zařízení vhodná. Včelaření s nižším počtem včelstev mnohdy z ekonomických důvodů vyžaduje volbu levnějšího včelařského vybavení. Z důvodu rozsáhlosti výpočtů je detailní rozpis jednotlivých peněžních částek u každého počtu včelstev vysvětlen v příloze 1 této bakalářské práce. Příloha obsahuje výpočet celkových ročních nákladů, opotřebení majetku, výnosů, investičních nákladů, dotací a doby návratnosti investice pro zmíněné počty včelstev.

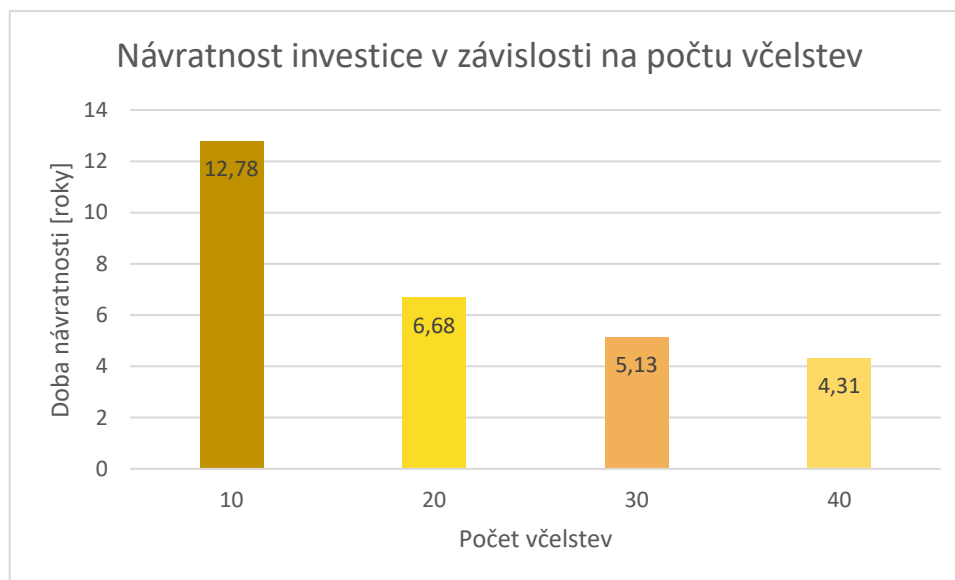
Hlavní údaje pro výpočet doby návratnosti shrnuje Tabulka 18.

Tabulka 18 Přepočítání na jiný počet včelstev.

	30 včelstev	20 včelstev	10 včelstev
Celkové roční náklady [Kč]	35 912	27 638	21 564
Výnosy [Kč]	76 500	51 000	25 500
Roční opotřebení [Kč]	21 328	17 728	14 128
Investiční náklady [Kč]	446 570	383 070	319 570
Dotace [Kč]	128 663	108 663	88 663
Cena po snížení [Kč]	317 907	274 407	230 907
CF [Kč]	61 916	41 090	18 064
DN [roky]	<u>5,13</u>	<u>6,68</u>	<u>12,78</u>

- Při chovu 30 včelstev se investice do modernizovaného včelína vrátí do 6 let (za splnění počátečních předpokladů). Tuto investici lze doporučit.
- Při chovu 20 včelstev se investice do modernizovaného včelína vrátí do 7 let. Tato investice je racionální.
- Při chovu 10 včelstev se investice do modernizovaného včelína vrátí do 13 let. Doba návratnosti je v tomto případě delší než predikovaná životnost většiny včelařského vybavení. Zde je namístě přehodnotit výběr včelařského vybavení.

Dobu návratnosti investice v závislosti na počtu chovaných včelstev znázorňuje Graf 2. Ověřilo se, že vybraná mechanizační a automatizační zařízení odpovídají navrženému počtu včelstev. Návratnost investice do pěti let při chovu 40 včelstev je optimální. Při rychlejší návratnosti by se dalo uvažovat o koupi dražšího vybavení. Naopak návratnost s dobou delší jak 10 let by poukázala na neodpovídající zvolenou úroveň mechanizace a automatizace k počtu chovaných včelstev. V tomto případě by byla predikovaná životnost většiny včelařského vybavení delší než doba návratnosti samotné investice. Z Grafu 2 lze vyčíst, že zvolená včelařská zařízení jsou vhodná pro 20 až 40 včelstev. Při chovu méně než 10 včelstev doba návratnosti poukazuje na požadavek volby levnější mechanizace a automatizace.



Graf 2 Porovnání návratnosti investice v závislosti na počtu včelstev

4 ZÁVĚR

Cílem této práce byla modernizace včelína s ohledem na ergonomickou a ekonomickou stránku návrhu. Výsledek by měl zefektivnit a usnadnit práci ve včelařství. Pro správné pochopení bylo v literární rešerši provedeno obecné seznámení se včelařstvím, automatizací a ergonomií. Pro jednotlivé pracovní úkony ve včelařství byly vybrány stroje a zařízení, které usnadňují práci a zvyšují produktivitu. V každém segmentu je provedena rešerše nabízených zařízení s technicko-ekonomickým srovnáním ve formě tabulky. V ergonomické části byly popsány principy a metody, které poskytly teoretický základ k ergonomickému zhodnocení v praktické části.

Samotnému návrhu včelína předcházelo zvolení parametrů ohledně počtu včelstev a druhu včelích úlů. Na základě těchto parametrů byly zvoleny mechanizační a automatizační prostředky vyplývající z rešerše, která byla provedena v teoretické části.

S využitím programu Autodesk Inventor Professional byla vypracována vizualizace modernizace včelína. Vyhotovené 3D modely byly následně použity v ergonomické analýze pracovních poloh. Ta byla provedena pomocí softwaru Siemens Tecnomatix Jack 9.0. Předmětem ergonomické analýzy byla manipulace s nástavky, odvíčkování, příprava rámků a manipulace s rámkem. V rámci vyhodnocení namáhavosti manipulace s nástavky a rámkem byly použity metody OWAS, LBA a NIOSH. Pracovní polohy byly vyhodnoceny dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Z výsledků ergonomické analýzy vyplynulo, že vybraná zařízení splnila počáteční cíle. Využitím těchto zařízení by došlo ke snížení námahy, zvýšení produktivity a snížení rizikových faktorů. Manipulační zařízení by také umožnilo starším včelařům se slabší fyzickou zdatností nadále pokračovat v jejich oblíbené činnosti. V závěru práce bylo provedeno ekonomické vyhodnocení návrhu modernizovaného včelína. Návratnost investice při chovu 40 včelstev vyšla do pěti let. Snížením počtu chovaných včelstev doba návratnosti investice vzrostla. Při chovu 10 včelstev byla doba návratnosti investice dokonce delší než předpokládaná životnost většiny zařízení. Tímto se potvrdilo, že stupeň mechanizace a automatizace by měl odpovídat počtu chovaných včelstev.

Nejdražší položku z vybraných zařízení tvořilo manipulační zařízení. Z tohoto důvodu by se dalo v budoucnu uvažovat o vlastním návrhu manipulačního zařízení. Dále by mohl být proveden konstrukční návrh na odvíčkovací zařízení. Současná odvíčkovací zařízení vytvářejí během odvíčkování směs medu a víček, která se dále musí zpracovat v separátoru. Využitím počítačového vidění a laseru by mohlo docházet k automatickému odvíčkování bez vzniku odpadu.

Seznam použité literatury

- [1] DRAŠAR, Jan a kol. Včelařství. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978. ISBN 07-079-78
- [2] HILMI, Martin; BRADBPEAR, Nicola; MEJIA, Danilo. Beekeeping and sustainable livelihoods. 2.vydání. Řím: FAO, 2011
- [3] BOUKRAË, Laïd. Honey in Traditional and Modern Medicine. Boca Raton: CRC Press, 2013. ISBN 9780429093784
- [4] VORE, Cassandra. Hive house therapy. Bee Culture [online]. 2018. Dostupné z: <https://www.beeeculture.com/hive-house-therapy/>
- [5] Apidomek [online]. Včelařství Kunvald. [vid. 3.10.2021]. Dostupné z: <https://www.vcelarstvikunvald.cz/apidomek/>
- [6] Chatka na apiterapii [online]. Včelařská farma Tarasovi. [vid. 3.10.2021]. Dostupné z: <https://www.medari.cz/chatka-na-apiterapii/>
- [7] Včelí úl [online]. Včelařství Sedlákoví. [vid. 30.10.2021]. Dostupné z: <https://www.vcelarstvisedlak.cz/services/bee-hive/>
- [8] Z historie – způsoby včelaření [online]. Jankar profi. [vid. 30.10.2021]. Dostupné z: <http://www.medovinka.cz/aktuality/z-historie---zpusoby-vcelareni>
- [9] VESELÝ, Vladimír a kol. Včelařství. Praha: Nakladatelství Brázda, 2003. ISBN 80-209-0320-8
- [10] POHL, Friedrich. Bedněný úl, košnice a jednoduché úly: úspěšné včelaření blízce přírodě. Líbeznice: Víkend, 2014. ISBN 978-80-7433-080-3
- [11] DVOŘÁKOVÁ, Zuzana. Včelí úl. Praha, 2019. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta architektury
- [12] Úly a jejich vývoj [online]. Domáci včelařství. [vid. 30.10.2021]. Dostupné z: <http://www.domaci-vcelarstvi.cz/vcelarske-pomucky/uly-a-jejich-vyvoj.html>
- [13] Medná kráva [online]. Medové včelaření. [vid. 31.10.2021]. Dostupné z: <https://vcelar.miloslavholas.cz/medna-krava/>
- [14] Úl Medná kráva [online]. Domáci včelařství. [vid. 31.10.2021]. Dostupné z: <http://www.domaci-vcelarstvi.cz/vcelarske-pomucky/ul-medna-krava.html>
- [15] Medná kráva – Top bar hive [online]. Warré – Lidový úl. [vid. 31.10.2021]. Dostupné z: <https://www.warre.cz/produkt/medna-krava-top-bar-hive/?v=928568b84963>

- [16] Beekeeping 101: Choosing a type of beehive [online]. The old farmer's almanac. [vid. 31.10.2021]. Dostupné z: <https://www.almanac.com/beekeeping-101-types-of-beehives>
- [17] Choosing Your Hive: A Closer Look at Langstroth, Warre and Top Bar Hives [online]. Bee and Bloom. [vid. 31.10.2021]. Dostupné z: <http://www.beeandbloom.com/blog/choosing-your-hive>
- [18] ADJARE, O. Stephen. Beekeeping in Africa. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990. ISBN 92-5-102794-3
- [19] What is a warre hive? [online]. Bee Built. [vid. 1.11.2021]. Dostupné z: <https://beebuilt.com/pages/warre-hives>
- [20] What is a Langstroth hive? [online]. Bee Built. [vid. 5.11.2021]. Dostupné z: <https://beebuilt.com/pages/langstroth-hives>
- [21] Warré úl – Lidový úl komplet [online]. Warré – Lidový úl. [vid. 5.11.2021]. Dostupné z: <https://www.warre.cz/produkt/warre-ul/?v=928568b84963>
- [22] Úly Langstroth [online]. Včelařské nástavky. [vid. 5.11.2021]. Dostupné z: <https://vcelarskenastavky.cz/kategorie-produktu/nastavkove-uly-langstroth/>
- [23] Včelí úly [online]. Včelařské potřeby. [vid. 6.11.2021]. Dostupné z: <https://vcelarskepotreby.com/vceli-uly>
- [24] Rámek vydrátkovaný 37x30 [online]. Moje Včelařství. [vid. 6.11.2021]. Dostupné z: <https://www.moje-vcelarstvi.cz/detail/161-ramek-vydratkovany-37x30>
- [25] Historie vývoje úlů [online]. Včelařské potřeby JaHan s.r.o. [vid. 6.11.2021]. Dostupné z: <https://www.jahan.cz/historie-vyvoje-ulu>
- [26] Nástavkové včelí úly [online]. Jak začít včelařit. [vid.6.11.2021]. Dostupné z: <https://www.jakzacitvcelarit.cz/historie-velich-ul>
- [27] Celodřevěné úly [online]. Včelařské nástavky. [vid. 7.11.2021]. Dostupné z: <https://vcelarskenastavky.cz/kategorie-produktu/celodrevene-nastavkove-uly/>
- [28] IS THE FLOWHIVE BAD FOR BEES? [online]. BEEKEEPING LIKE A GIRL. [vid. 9.11.2021]. Dostupné z: <https://beekeepinglikeagirl.com/is-the-flowhive-bad-for-bees/>
- [29] Moderní včelí úl Flow Hive stáčí med z kohoutku [online]. Pleva. [vid. 9.11.2021]. Dostupné z: <https://www.pleva.cz/a/moderni-vceli-ul-flow-hive-staci-med-z-kohoutku>
- [30] DUBSKÝ, Petr. Moje zkušenosti s „Hive Flow“ úly. Včelařství [online]. Ročník 71. ISSN 0042-2924. Dostupné z: <https://www.vcelarstvi.cz/casopis/obsah-cervnoveho-cisla-2018/>



- [31] Flow Hive Shop [online]. Flow. [vid. 9.11.2021].
Dostupné z: <https://eu.honeyflow.com/collections/all>
- [32] Včelařský rok [online]. Včelstva. [vid. 15.11.2021].
Dostupné z: <https://vcelstva.czu.cz/vcelareni/vcelarskyrok>
- [33] Včelařův rok [online]. iVčelařství. [vid. 15.11.2021].
Dostupné z: <https://www.ivcelarstvi.cz/vcelaruv-rok/>
- [34] Kočovné včelaření [online]. Levné včelí úly. [vid. 27.11.2021].
Dostupné z: <https://levnevceliuly.cz/kocovne-vcelareni>
- [35] Obytný automobilový přívěs t5u v katalogový list A4 [online]. Antikvariát Kokíčkovi.cz. [vid. 27.11.2021]. Dostupné z: <https://www.kokickovi.cz/prospekty-auto-moto-kolo/obytny-automobilovy-prives-t5u-v-katalogovy-list-a4/>
- [36] Včelín [online]. Zástěra s.r.o. [vid. 27.11.2021]. Dostupné z: <http://www.mi-za.cz/fotogalerie/fotogalerie/galerie/vcelin>
- [37] Včelárske prívesy [online]. Prívesy s.r.o. [vid. 28.11.2021]. Dostupné z: <http://vcelarskeprivesy.eu/>
- [38] Apidomek [online]. Spaní na medu. [vid. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://www.spaninamedu.cz/>
- [39] Včelařská farma [online]. Kolomý, stolařství a včelí farma. [vid. 20.12.2021].
Dostupné z: <http://www.apis-kolomy.cz/de/vcelarska-farma/fotogalerie/>
- [40] Včelín [online]. HoneyWay. [vid. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://honeyway.cz/>
- [41] Včelíny [online]. Levné včelí úly. [vid. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://levnevceliuly.cz/vcelareni-ve-vcelnici>
- [42] Včelín [online]. Domáci med. [vid. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://www.domacimed.cz/vcelin>
- [43] Včelín [online]. Včelky. [vid. 20.12.2021]. Dostupné z: <http://www.vcelky.cz/vyber-stanoviste.htm>
- [44] Jak postavit včelín [online]. uBydlení.cz. [vid. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://www.ubydleni.cz/jak-postavit-vcelin/>
- [45] TAJOVSKÝ, Václav. Jak mají vypadat včelíny. Drobné stavby [online]. Praha: SNTL, 1970. Dostupné z: <https://kas.uzei.cz/aktualita/jak-maji-vypadat-vceliny>
- [46] GROOVER, Mikell P. Automation production systems and computer-integrated manufacturing. 4.vydání. US: Pearson, 2014. ISBN 13: 9780133499612

- [47] LACKO, Branislav a kol. Automatizace a automatizační technika 1: Systémové pojetí automatizace. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-246-7
- [48] GROOVER, Mikell P. Automation. Encyclopedia Britannica [online]. 2020. [vid. 28.12.2020]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/automation>
- [49] LAMB, Frank. Industrial Automation: Hands On. US: McGraw-Hill Education, 2013. ISBN 978-0-07-181647-2
- [50] RÖTTGER, Stefan; BALI, Krisztina a MANZEY, Dietrich. Impact of automated decision aids on performance, operator behaviour and workload in a simulated supervisory control task. Ergonomics [online]. Taylor & Francis, 2009. Ročník 52. [vid. 30.12.2012]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/24210289_Impact_of_automated_decision_aids_on_performance_operator_behaviour_and_workload_in_a_simulated_supervisory_control_task
- [51] FROHM, Jürgen a kol. Levels of Automation in Manufacturing. Ergonomia [online]. Ročník 30. [vid. 30.12.2012]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/255793362_Levels_of_Automation_in_Manufacturing
- [52] SALMI, Anas. Deciding the level of automation for the design of assembly manufacturing systems. Grenoble, 2013. Diplomová práce. Grenoble Institute of Technology – Industrial Engineering School.
- [53] FROHM, Jürgen. Levels of Automation in Production Systems. Göteborg, 2008. Disertační práce. Chalmers University of Technology, Department of Product and Production Development. ISBN 978-91-7385-055-1
- [54] SÄFSTEN, Kristina; WINROTH, Mats; STAHRÉ, Johan. The content and process of automation strategies. International Journal of Production Economics [online]. Ročník 110. [vid. 31.12.2021]. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpe.2007.02.027
- [55] WICKENS, Christopher a kol. Stages and Levels of Automation: An Integrated Meta-analysis. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting [online]. Ročník 54. [vid. 31.12.2021]. Dostupné z: doi: 10.1177/154193121005400425
- [56] BEEWISE [online]. Beewise Technologies Ltd. [vid. 20.01.2022]. Dostupné z: <https://www.beewise.ag>
- [57] BeeHome [online]. CORDIS EU research results. [vid. 20.01.2022]. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/953381>
- [58] Robotický systém včelína. VentureBeat [online]. [vid. 20.01.2022]. Dostupné z: <https://venturebeat.com/2020/07/14/beewise-raises-10-million-to-automate-beehive-monitoring-and-harvesting/>



- [59] KONTOGIANNIS, Sotirios. An Internet of Things-Based Low-Power Integrated Beekeeping Safety and Conditions Monitoring System. *Inventions* [online]. 2019. [vid. 21.01.2022]. ISSN 2411-5134. Dostupné z: doi:10.3390/inventions4030052
- [60] ZACEPINS, Aleksejs a kol. Solution for automated bee colony weight monitoring. *Agronomy Research* [online]. 2017. [vid. 21.01.2022]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/317744299_Solution_for_automated_bee_colony_weight_monitoring
- [61] LESAK [online]. LESAK s.r.o. [vid. 21.01.2022]. Dostupné z: <https://www.profivahy.cz/profi-vahy/eshop/28-1-Vahy-podle-provozu/299-2-Vahy-ulove>
- [62] Medováha [online]. SEA spol. s.r.o. [vid. 21.01.2022]. Dostupné z: <https://www.medovaha.cz/>
- [63] Apis Digital [online]. Ing. Pavel Karásek - Apis Digital. [vid. 21.01.2022]. Dostupné z: https://www.apisdigital.cz/E-shop-Elektronicke-ulove-vahy-c5_0_1.htm
- [64] Arnia [online]. Arnia. [vid. 21.01.2022]. Dostupné z: <https://www.arnia.co/technology>
- [65] 3Bee [online]. 3Bee S.R.L. [vid. 21.01.2022]. Dostupné z: <https://www.3bee.com/en/crowd>
- [66] LYSON [online]. LYSON-CZ s.r.o. [vid. 21.01.2022]. Dostupné z: <https://lyson.cz/488-vahy-a-jejich-prislusenstvi>
- [67] BeeSpy [online]. Ing. Tomáš Nezval. [vid. 21.01.2022]. Dostupné z: <http://beespy.cz/>
- [68] Včelařské potřeby Ještěd [online]. Výrobní podnik Ještěd s.r.o. [vid. 22.01.2022]. Dostupné z: <https://www.vpjested.cz/>
- [69] VCEST.CZ Včelařské potřeby [online]. VCEST.CZ s.r.o. [vid. 22.01.2022]. Dostupné z: <https://www.vcest.cz/>
- [70] Včelařská farma Dolní Dobrouč [online]. Včelařství Zdeněk Novotný. [vid. 22.01.2022]. Dostupné z: <https://vcelarstvi.snadno.eu/Vrtacky-ramku-a-ometace-vcel.html>
- [71] Ometacvcel.cz [online]. Mrázek VP s.r.o. [vid. 22.01.2022]. Dostupné z: <http://www.ometacvcel.cz/?action=detail&id=ID2&catg=10>
- [72] OHRAKOVI [online]. Ing. Aleš Ohárek. [vid. 22.01.2022]. Dostupné z: <http://www.oharkovi.com/index.php/vcelarstvi/ometac-vcel-12v>
- [73] Včelí obchod [online]. JaHan s.r.o. [vid. 22.01.2022]. Dostupné z: <https://www.vceliobchod.cz/>

- [74] LEGA [online]. LEGA s.r.l. [vid. 23.01.2022]. Dostupné z: <https://www.legaitaly.com/en/products>
- [75] Logar [online]. Logar trade d.o.o. [vid. 23.01.2022]. Dostupné z: <https://www.logar-trade.com/uncapping/uncapping-machine/>
- [76] LYSON [online]. LYSON-CZ s.r.o. [vid. 23.01.2022]. Dostupné z: <https://lyson.cz/342-odvickovaci-zarizeni?order=product.price.desc&page=2>
- [77] Carl Fritz [online]. Apis Morava s.r.o. [vid. 23.01.2022]. Dostupné z: <https://www.carl-fritz.cz/>
- [78] KONIGIN [online]. KONIGIN. [vid. 24.01.2022]. Dostupné z: <https://konigin-cz.com/>
- [79] KELLY, Paul. University of Guelph Honey Bee Research Centre. Youtube [online]. [vid. 24.01.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Z5wdZt7huF4>
- [80] SEDLÁČEK, Miroslav. Včelařství Sedláček. Youtube [online]. [vid. 24.01.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=0zE4WvsqIh4>
- [81] iVčelařství [online]. ANIMALEX, spol s.r.o. [vid. 24.01.2022]. Dostupné z: <https://www.ivcelarstvi.cz/>
- [82] Včelařské fórum [online]. [vid. 25.01.2022]. Dostupné z: <https://www.vcelarskeforum.cz/tema-Krmitka-a-krmeni?page=33>
- [83] Jakubovské krmítko. Apiso.cz [online]. [vid. 25.01.2022]. Dostupné z: <https://www.apiso.cz/jakubovske-krmitko-5-l.html>
- [84] Včel stroj [online]. Enlia s.r.o. [vid. 27.01.2022]. Dostupné z: http://www.vcelstroj.sk/?18,sk_vrtacka-ramikov-3-hlavova
- [85] Vezeko [online]. Vezeko s.r.o. [vid. 27.01.2022]. Dostupné z: <https://www.vezeko.cz/cs/privesy-a-nastavby/1986-privesy-pro-vcelare>
- [86] Včelí farma Skalička [online]. Včelí farma Skalička Jaroslav Juráň. [vid. 27.01.2022]. Dostupné z: https://vceli-farma-skalicka.cz/dt_gallery/specialni-ramy-prevoz/
- [87] MIDDLESWORTH, Matt. Ergonomics 101: The Definition, Domains, and Applications of Ergonomics. ErgoPlus [online]. [vid. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/ergonomics-definition-domains-applications/>
- [88] What is ergonomics? Federation of European Ergonomics Societies [online]. [vid. 02.02.2022]. Dostupné z: <http://ergonomics-fees.eu/node/7>
- [89] MAREK, Jakub; SKŘEHOT, Petr. Základy aplikované ergonomie. Praha: VÚBP, 2009. ISBN 978-80-86973-58-6.

- [90] NESLÁDKOVÁ, Sophia. Úvod do ergonomie [přednáška]. Masarykova univerzita, 2006. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/med/jaro2006/EPP11111/um/>
- [91] CHUNDELA, Lubor. Ergonomie. 3. vyd. Praha: ČVUT Fakulta strojní, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [92] Česká ergonomická společnost. Ergonomicka. [vid. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.ergonomicka.cz/>
- [93] ErgoPlus team. Workplace Ergonomics. ErgoPlus [online]. [vid. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/workplace-ergonomics/>
- [94] MIDDLESWORTH, Mark. 8 Fundamental Ergonomic Principles for Better Work Performance. ErgoPlus [online]. [vid. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/fundamental-ergonomic-principles/>
- [95] MIDDLESWORTH, Mark. Ergonomic Design: Industrial and Office Checklists for More Ergonomic Workstations. ErgoPlus [online]. [vid. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://ergo-plus.com/ergonomic-design-checklists/#handling>
- [96] MOORE, Susan; TORMA-KRAJEWSKI, Janet; STEINER, Lisa. Practical Demonstrations of Ergonomic Principles [online]. NIOSH, 2011. [vid. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/niosh/mining/works/coversheet1237.html>
- [97] TOPAL, Erkan a kol. A Critical Point in Beekeeping: Beekeepers' Health. Bulletin of UASVM Food Science and Technology [online]. Cluj-Napoca, 2019. [vid. 03.02.2022]. ISSN 2344-5300. Dostupné z: [doi:10.15835/buasvmcn-fst:2018.0021](https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:2018.0021)
- [98] FELS, D.I.; BLACKLER, A.; COOK, D. a FOTH, A. Ergonomics in apiculture: A case study based on inspecting movable frame hives for healthy bee activities. Heliyon [online]. 2019. [vid. 03.02.2022]. ISSN 24058440. Dostupné z: [doi:10.1016/j.heliyon.2019.e01973](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01973)
- [99] APINOVO [online]. APIS ROŠŤA s.r.o. [vid. 03.02.2022]. Dostupné z: <https://www.apinovo-vcely.cz/kategorie/vcelarske-kleste-easy-grip/>
- [100] CHYTRÉVČELY [online]. Lukáš Velčovský. [vid. 11.02.2022]. Dostupné z: <https://www.vcelivaha.eu/produkty/vcelivahaonline>
- [101] BOUKAL E-SHOP [online]. BOUKAL s.r.o. [vid. 19.03.2022]. Dostupné z: <https://www.boukal.cz/balancer-tecna-9503-pro-30-40-kg/15332/produkt>
- [102] VALEČKOVÁ, Alena. Moderní metody v hodnocení ergonomických rizik. BOZPinfo.cz. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/josra/moderni-metody-v-hodnoceni-ergonomickych-rizik>



- [103] Ergonomic Partners [online]. Ergonomic Partners. [vid. 06.06.2022]. Dostupné z: <https://www.ergonomicpartners.com/store/ingersoll-rand-zimmerman-air-balancer-capacity-150-lbs>
- [104] Demag [online]. Demag s.r.o. [vid. 06.06.2022]. Dostupné z: <https://www.demagcranes.com/cs/produkty/zdvihaci-zarizeni/retezovy-kladkostroj/retezovy-kladkostroj-dcbs>
- [105] Kladkostroje Kito [online]. TER ČESKÁ s.r.o. [vid. 06.06.2022]. Dostupné z: <https://www.kladkostrojekito.cz/kladkostroje/ediii/>
- [106] ALBERTINA Handling [online]. ALBERTINA Machinery s.r.o. [vid. 06.06.2022]. Dostupné z: <https://www.albertina-handling.cz/produkty/kladkostroje/tawiviperhoist/>
- [107] Proteco [online]. PROTECO nářadí s.r.o. [vid. 06.06.2022]. Dostupné z: https://www.proteco-naradi.cz/navijak-lanovy-elektricky-250-125-kg_p88953

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Moderní konstrukce apidomku. [38]	3
Obrázek 2 - Prosklená stěna se včelami uvnitř apidomku. [38]	3
Obrázek 3 - Novodobý návrh košnice. [11]	5
Obrázek 4 - Uspořádání plástů v košnici. [12]	5
Obrázek 5 - Top bar hive - Medná kráva. [15]	6
Obrázek 6 - Horní loučka s plástem. [13]	6
Obrázek 7 - Langstrothův úl. [20]	7
Obrázek 8 - Úl Warre. [17]	8
Obrázek 9 - Nástavkový úl 39x24. [23]	9
Obrázek 10 - Vpravo, standartní poloha buněk. Vlevo, poloha buněk při medobraní. [29]	10
Obrázek 11 - Flow Hive. [31]	11
Obrázek 12 - Stacionární včelín. [39]	14
Obrázek 13 - Rekonstruovaná maringotka na včelín. [36]	16
Obrázek 14 - Kočovní včelín od firmy Príves s.r.o. [37]	16
Obrázek 15 - Včelín od firmy HoneyWay. [40]	16
Obrázek 16 - Robotický systém včelína. [58]	17
Obrázek 17 – Vlevo, analýza dat ze včelína. Vpravo, automatizovaný včelín od firmy Beewise. [56]	17
Obrázek 18 - Úlová váha od firmy BeeSpy. [67]	23
Obrázek 19 – Zleva doprava, ometač Včelařská farma Dolní Dobrouč, ometač Logar,	25
Obrázek 20 – Refraktometr. [68]	26
Obrázek 21 - Odvíčkač s kartáči a odvíčkač s kmitajícím nožem. [74][77]	27
Obrázek 22 - Odvíčkač s válcovými noži a odvíčkač s řetězovým podavačem. [74][76]	27
Obrázek 23 - Automatizovaný odvíčkač se šnekovým lisem, odvíčkač s pneumatickým odebíračem. [74][76]	27
Obrázek 24 - Automatická linka na vytáčení medu. [76]	28
Obrázek 25 - Automatická linka od firmy KONIGIN. [78]	28
Obrázek 26 - Vertikální medomet. [77]	30
Obrázek 27 - Horizontální medomet. [78]	30
Obrázek 28 - Druhy vertikálních medometů. [81]	31
Obrázek 29 - Automatická plnicí linka. [78]	32
Obrázek 30 - Nerezové tavící zařízení s vyvíječem páry. [81]	35
Obrázek 31 - Stropní krmítko. [81]	36
Obrázek 32 - Jakubovské krmítko. [83]	37
Obrázek 33 - Vícevřetenová vrtačka rámků. [84]	37
Obrázek 34 - Systém palet a hydraulického vozíku. [85]	38
Obrázek 35 - Vozík s jeřábem. [37]	38
Obrázek 36 - Zdvihový vozík. [37]	38
Obrázek 37 - Optimální pracovní výška. [94, přepracováno]	44
Obrázek 38 - Pozice zápěstí. [96, přepracováno]	45
Obrázek 39 - Pozice loketního kloubu. [96, přepracováno]	45
Obrázek 40 - Pozice ramenního kloubu. [96, přepracováno]	45
Obrázek 41 - Pozice zad. [96, přepracováno]	46
Obrázek 42 - Rozpěrák. [81]	47
Obrázek 43 - Včelařské kleště. [99]	48
Obrázek 44 - Úchyty na nástavku. [81]	48
Obrázek 45 - Včelařská vidlička. [81]	49
Obrázek 46 - Stůl s tácem na odvíčkování rámků. [81]	49
Obrázek 47 - Včelí váha od firmy CHYTREVCELY. [100]	51
Obrázek 48 - Ometač včel od firmy VP Ještěd. [68]	52
Obrázek 49 - Odvíčkovací zařízení s horizontálním kmitajícím nožem. [74]	52
Obrázek 50 - Odvíčkovací stůl od firmy KONIGIN. [78]	52
Obrázek 51 - Tangenciální zvrtný medomet od firmy KONIGIN. [78]	53

Obrázek 52 - Stáčecí nádoba na med od firmy VP Ještěd. [68]	53
Obrázek 53 - Elektrický separátor víček od firmy Carl Fritz. [77]	54
Obrázek 54 - Vařák na vosk od firmy Logar. [75].....	54
Obrázek 55 - Jakubovské krmítko. [83]	55
Obrázek 56 - Víceřetenová vrtačka rámků. [84]	55
Obrázek 57 - Interiér medárny	56
Obrázek 58 - Koncept včelína	56
Obrázek 59 - Manipulace s nástavky, analýza LBA	57
Obrázek 60 - Manipulace s nástavky, analýza OWAS.....	57
Obrázek 61 - Manipulace s nástavky	58
Obrázek 62 - Návrh zdvihacího zařízení ve včelíně.....	58
Obrázek 63 - Odvíčkování vsedě.....	59
Obrázek 64 - Odvíčkování vstoje	60
Obrázek 65 - Odvíčkování pomocí zařízení.....	60
Obrázek 66 - Vrtání loučky pomocí aku vrtačky	61
Obrázek 67 - Vrtání loučky pomocí víceřetenového přípravku	61
Obrázek 68 - Příliš velká hloubka koše medometu.....	62
Obrázek 69 - Optimální hloubka koše medometu.....	62
Obrázek 70 - Stavba na teplo	63
Obrázek 71 - Stavba na studeno.....	63

Seznam tabulek

Tabulka 1 Ekonomický přehled včelích úlů. [10][15][21-24][27][31]	11
Tabulka 2 Přehled sestavy kočovného včelína od firmy Prives s.r.o. [37]	15
Tabulka 3 Úrovně automatizace dle Groovera. [46][51]	21
Tabulka 4 Srovnání úlových vah. [61-67][100]	24
Tabulka 5 Srovnání nabízených ometačů. [68-72]	25
Tabulka 6 Srovnání odvíčkovacích zařízení s různým stupněm automatizace. [74-78].....	29
Tabulka 7 Srovnání medometů. [73-78].....	32
Tabulka 8 Srovnání stáčecích zařízení. [68][74][78][81].....	33
Tabulka 9 Srovnání lisů a separátorů na vosk. [73-78][81]	34
Tabulka 10 Srovnání zařízení na zpracování vosku. [69][74-76].....	35
Tabulka 11 Orientační srovnání zvedacích zařízení. [103-107]	39
Tabulka 12 Náklady na materiál (40 včelstev).....	64
Tabulka 13 Spotřeba elektrické energie ve včelařství (40 včelstev)	65
Tabulka 14 Náklady na energie (40 včelstev)	66
Tabulka 15 Celkové roční náklady při chovu 40 včelstev	66
Tabulka 16 Investiční náklady a dotace (40 včelstev).....	67
Tabulka 17 Opotřebením majetku (40 včelstev)	68
Tabulka 18 Přepočtení na jiný počet včelstev.	69

Seznam grafů

Graf 1 Hypotetická závislost přínosů automatizace na její úrovni. [53, přepracováno].....	22
Graf 2 Porovnání návratnosti investice v závislosti na počtu včelstev	70

Seznam příloh

Příloha 1 - Přepočtení na jiný počet včelstev
Příloha 2 - Vizualizace včelína
Příloha 3 - 3D Model včelína (CD/DVD)