

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу

Јасмина Д. Андрић

**Анализа конструкцијских решења
механизама врцаљки за мед**

завршни рад

Крагујевац, 2017.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Механизми машина

Број индекса: 29/2014

Јасмина Д. Андрић

Анализа конструкцијских решења механизама врцаљки за мед

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Саша Јовановић, доцент

2. _____

3. _____

Датум

одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да

- Се упозна са начинима и проблемима у процесу издвајању меда.
- Изврши еволутивни преглед конструкцијских решења врцаљки за мед.
- Издвоји и представи савремена решења механизма врцаљки и истакне њихове битне карактеристике.
- Уради упоредну вишекритеријумску анализу одабраних типова врцаљки и на основу тога изврши оптималан избор са аспекта интереса корисника конструкције.

Препоручена литература:

[1] Релић Б., Пчеларење као професија и хоби, Београд 1993.

[2] Злоколица М., Чавић М., Костић М., Механика машина, Факултет техничких наука, Нови Сад 2005.

[3] Description of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), Finnish Environment Institute, Marttunen, M., 2011

Крагујевац, датум

Ментор:

Др Саша Јовановић, доцент

Резиме: У раду је дат приказ савремених конструкцијских решења механизма врцаљки за мед. Представљено је неколико одабраних типова врцаљки и наведене њихове најзначајније карактеристике. На основу процене интереса конкретног корисника извршена је вишекритеријумска анализа и извршен избор оптималне врцаљке.

Кључне речи: врцаљка за мед, пчеларство, мед, саће, центрифугална сила

Abstract: Modern construction solutions for honey extractor are presented in this work. There are presented several selected types of honey extractor and their the most important characteristics. In consideration of estimated interests of specific user there has been executed multi-criteria analyse and the optimal honey extractor has been selected.

Keywords: honey extractor, beekeeping, honey, honeycomb, centrifugal force

Садржај

1. Увод	1
1.1. Уводне напомене	1
1.2. Пчеларски рам – врсте рамова	3
2. Преглед развоја конструкцијских решења врцаљки за мед	7
3. Приказ савремених конструкцијских решења	15
3.1. Тангенцијалне врцаљке	17
3.2. Тангенцијално-радијалне врцаљке	20
3.3. Радијалне врцаљке	21
3.4. Касетне врцаљке.....	22
4. Анализа перформанси одабраних типова врцаљки и избор оптималног конструкцијског решења	25
4.1. Вишекритеријумско одлучивање (ВКО).....	25
4.2. Избор оптималне врцаљке за пчелињак од 30 до 50 пчелињих друштава	27
5. Закључак	29
6. Литература	31

1. Увод

1.1. Уводне напомене

Пчеларство представља специфичну грану сточарства. У пчеларству разликујемо селеће пчеларство (у којем пчелар сели кошнице у близини паше у зависности од годишњег доба) и стационарно пчеларство код којег пчелар смешта кошнице углавном на једно место.

Главни производ у пчеларству свакако је мед. Поред тога, као главне производе треба поменути восак, цветни прах, прополис, матичну млеч и пчелињи отров. У оквиру пчеларске производње значајно место заузимају узгој матица и различитих врста ројева. Пчеларство посредно учествује и има велику улогу у производњи воћа и других пољопривредних култура. Својом опрашивачком делатношћу пчеле повећавају принос и квалитет многих биљних култура, чиме се повећава национални доходак земље.

Медоносне пчеле или пчеле медарице настале су на подручју Африке, Европе и Блиског истока, па се, у смислу настанка, деле на афричке, оријенталне и европске подврсте. Људи су одувек били фасцинирани пчелама и нађени су многи историјски извори који говоре управо о овим малим бићима. Тако су Египћани мислили да су пчеле настале из суза Ра-бога Сунца, а Грци су сматрали да су пчеле чувале Зевса док је био мали и храниле га медом.

Мед је густа, слатка, сирупаста материја, производ медоносних пчела, који је добијен сабирањем нектара као и воћних и других сокова прерађених у пчелињем желуцу. Излучени сок одложен у воштаном саћу хемијским реакцијама претвара се у мед. Мед је најважнији производ пчела, познат у људској исхрани још од праисторијског доба.

Србија је земља богата бујном медоносном вегетацијом и самим тим поседује велике производне капацитете у сектору пчеларства. У Србији се годишње производе између 3000 и 6000 тона меда. У зависности од поднебља, кроз процес производње издваја се неколико карактеристичних врста меда, као што су багремов, сунцекретов, липов, ливадски итд.

Пчелар, приликом оснивања пчелињака, мора да набави неопходан алат и прибор за рад, а за који су потребна одговарајућа улагања. Када је у питању процес издвајања меда из пчелињег саћа ту се, у првом реду подразумевају, набавка опреме за отклапање саћа као и адекватну врцаљку и амбалаже.

Проблем издвајања меда из саћа је успешно решен захваљујући постојању и разумевању центрифугалне силе.

Центрифугална сила је инерцијална сила, која се јавља код криволинијских кретања. Њен вектор правца пролази кроз центар кривине путање, нормалан је у односу на вектор

правца брзине и делује у смеру супротно од смера вектора центрипеталне силе. У општем случају, приликом кретања тела, ових центара има више, зависно на ком делу путање се тело налази.

Најједноставнији облик обртног кретања је кружно кретање, када се центар кривине не мења.



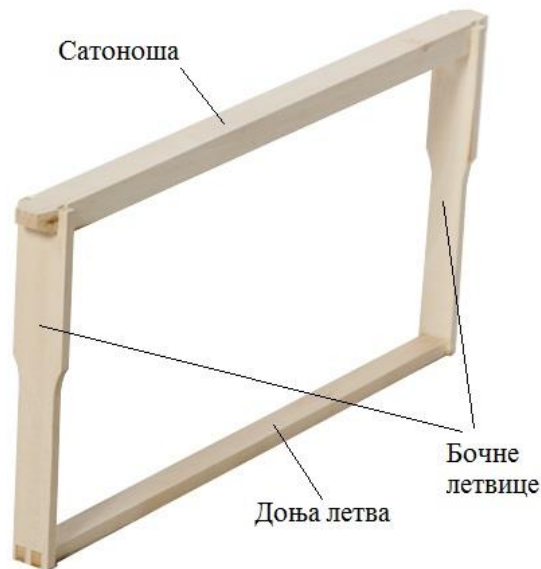
Слика 1. – Ефекат центрифугалне силе

За потребе издвајања - центрифугирања меда, конструисан је велики број различитих типова врцаљки. Каква ће се врцаљка набавити, односно, која ће врцаљка бити најјекономичнија, зависи од много фактора, а првенствено од броја и типа кошница које пчелар поседује. Пчеле покривају попуњене ћелије са воштаним поклопчићима који морају да се уклоне (ручно или помоћу специјализованих отклапача) пре центрифугирања.

Врцаљка за мед је механички уређај који се користи за екстракцију меда. Мед се извлачи из рамова уз помоћ центрифугалне силе, без значајнијег оштећења или уништења рамова. Унутрашњи склоп држи корпицу рамова у којем се налази восак и мед, који ротирајући, одваја мед од воска. Одвојени мед удара о унутрашњост посуде и уз помоћ гравитационе силе се слива на дно посуде које је конусно. На самом дну посуде, налази се отвор који са спољне стране има вентил за испуштање накупљеног меда. Правилном применом овог поступка воштано саће, у највећој мери, остаје неоштећено у оквиру рама који се затим додаје натраг у кошницу на фину дораду и корекцију. Главна предност коришћења врцаљке, у односу на раније примитивне методе, је то што се воштано саће односно рамови могу поново користити.

1.2. Пчеларски рам – врсте рамова

Рамови се најчешће израђују од липовог дрвета. Састоје се од сатоноше, бочних летвица и доње летве. Сатоноша на себи има урезан жлеб у који треба да улегне сатна основа.



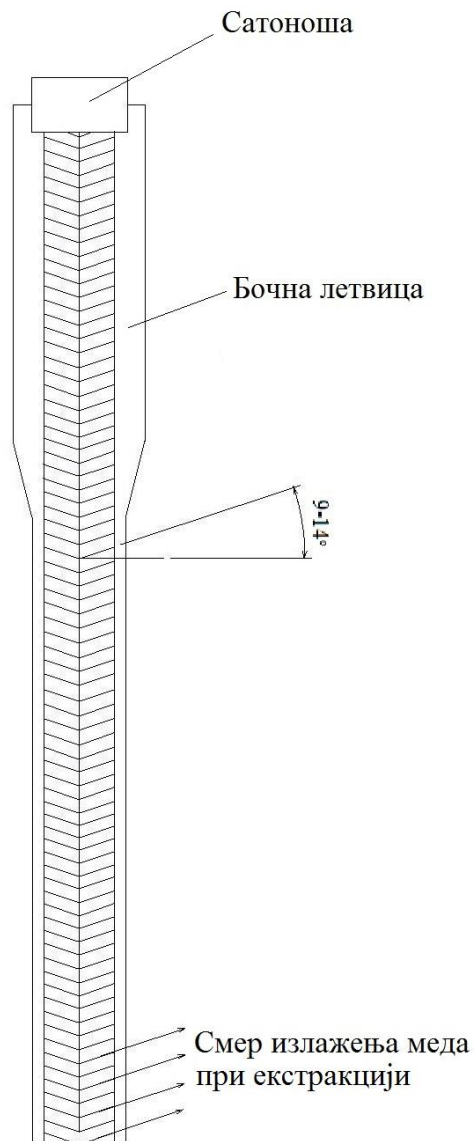
Слика 2. – Рам и његови основни делови

Сатна основа је направљена од воска, а у неким случајевима може бити направљена од пластике. У себи има утиснуте правилне шестоугаонике који представљају основ пчелињег саћа. Сатна основа се у сврху ојачања саћа у више хоризонталних или вертикалних редова, армира са танком жицом (хромирана, поцинкована).



Слика 3. – Армирана сатна основа постављена у рам

На додатој сатној основи пчеле извлаче воштане шестоугаоне ћелије чија је оса постављена под углом од 9 до 14° (у екстремним случајевима до 17°) у односу на хоризонталну раван, првенствено да би се спречило цурење меда посебно док је он у незрелом стању. Овај угао, који уједно и одређује правац излажења меда приликом вртања има одређени утицај на обим оштећења саћа током процеса центрифугирања. Наиме, различити положаји рамова, у зависности од конструкцијског решења вртаљке (тангенцијална, радијална, касетна) значајно утичу на ефикасност центрифугирања меда, потребне брзине обртања, време ефикасне екстракције као и, коначно, на обим оштећења саћа.



Слика 4. – Поглед на рам са бочне стране и вертикални пресек саћа

У светском па и домаћем пчеларству евидентна је употреба великог броја различитих рамова који уједно дефинишу и тип кошнице, које пчелар користи. Од оних који се најчешће употребљавају издвајају се LR (Langstroth-Rut), DB (Dadan-Blat), AŽ (Albert-Žnideršič) и Farrar рамови. Врста и димензије рамова имају директан утицај на концепцију конструкције одређене врцаљке, а коначан капацитет уређаја представља један од критеријума којима се крајњи корисник производа – пчелар руководи приликом куповине.

Без обзира на врсту рама пре врцања меда потребно је откlopити саће, односно уклонити воштане поклопчиће којима су пчеле затвориле мед у ћелијама саћа. То се може урадити ручно, употребом одговарајућег алата или помоћу специјализованих машина за отклапање саћа – отклапача саћа.



Слика 5. – Неоткlopљено и откlopљено саће



Слика 6. – Отклапање саћа ножем и виљушком

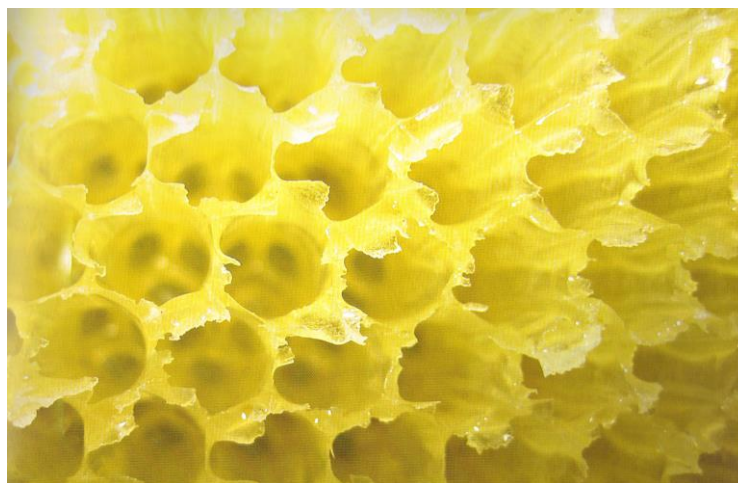
За ручно отклапање саћа се користи виљушка или нож за отклапање, који може бити обичан или електрични.

Машина за отклапање саћа, приказана је на слици 7.



Слика 7. – *Отклапач саћа*

Приликом процеса центрифугирања меда, а у зависности од низа фактора (старост саћа, тежина рамова са медом, искуство оператера на врцаљки, оријентација рамова приликом врцања, брзина обртања, температурни услови итд.), долази до различитог степена оштећења саћа. Уколико су оштећења мања, рамови се враћају назад у кошницу где их пчеле врло брзо враћају у потпуно исправно стање. Међутим, ако су оштећења рамова знатно већа, они се морају одстранити, а восак са њих се претапа. На слици 8 је приказано оштећено саће након процеса врцања меда.



Слика 8. – *Уобичајено оштећење саће након екстракције меда*

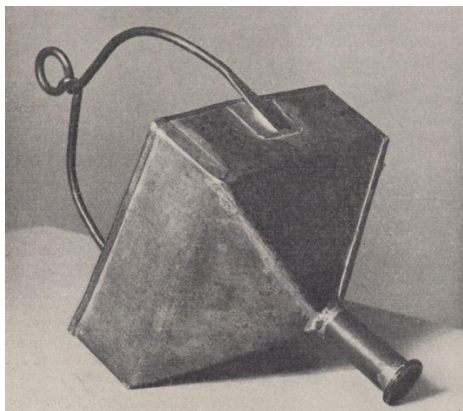
2. Преглед развоја конструкцијских решења врцаљки за мед

Мед је код наших предака, поред осталих дарова природе, представљао једну од основних животних намирница. Мед разблажен водом називан је "шћами", а мед који су пчеле сакупљале у саћу је био познат као "хлебина" (највероватније одатле и потиче реч хлеб). Од старих народа, Словени су били најпознатији по гајењу пчела. Стари Словени су првобитно трагали за пчелама, па нашавши их у шупљинама дрвећа, ватром или водом истеривали су их или уништавали, а затим узимали мед. Касније су специјализовани ловци на пчеле, засецањем коре на дрвету, означавали своје власништво над пчелама. Пчеларство је временом постало занимање којим су се бавила многа домаћинства старих Словена. Од уништавања шумских пчела и узимања меда прешло се на њихово гајење. Поред тих природних дупљи које су заузимао ројеви у шумама, наши преци су правили различите врсте вештачких дупљи, и на тај начин конструсали прве примитивне типове кошница.

До меда се никада није лако долазило, пчеле су увек браниле своју имовину и свој дом. На зиду једне пећине у Аранској пешчари у Валенсији (Шпанија) настао је још у палеолитском добу (пре скоро 20.000 година) цртеж који представља два "пчелара", који се пењу уз стену. Један од њих је већ дошао до свог циља и бранећи се од роја пчела, држи посуду у коју намерава да стави саће с медом.

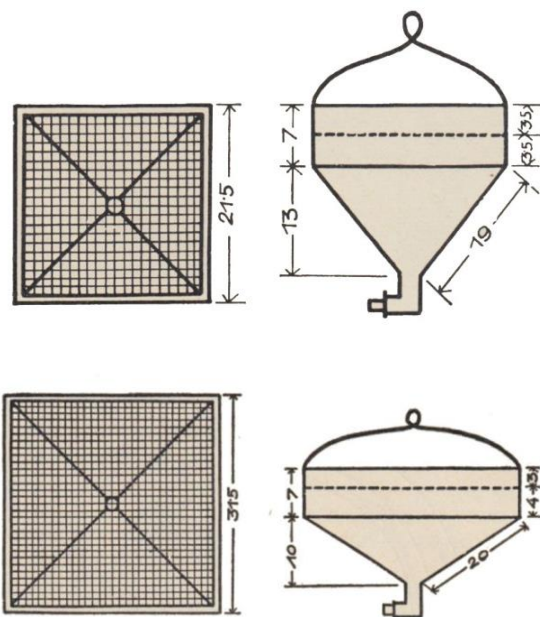
Не зна се када је тачно настала идеја о екстракцији меда. Постоје писани подаци да се средином деветнаестог века мед углавном издвајао тако што су се дробили оквири са саћем а затим цедио мед. Познати пчелар Franz Hruschka је 1865. саветовао друге пчеларе како тачно да раде на дробљењу, односно, како да секу ћелије до базе оквира. Говорио је да се оквир прво мора окачити на раф тако да је омогућен приступ са обе стране, а затим се приступа подсецању ћелија испуњених медом, све до базе оквира. Исечени делови падају у цедиљку и мед онда протиче даље до одговарајуће посуде.

Захваљујући чланку који је написао Hruschka, закључујемо да је он још пре изума врцаљке био свестан функције и могућности центрифугалних машина, уведених у то време у процесе рафинисања шећера. У то време, у Италији је било пуно снабдевача меда, али су потражња и тржиште били релативно мали. Произвођачи су покушали да реше проблем тако што су истраживали могућност претварања меда у чврсту материју као што је шећер. Hruschka никада није тврдио да је изумео центрифугалне машине, али нема сумње да је први дошао на идеју да употреби центрифугалну силу за добијање меда. То је и демонстрирао повезавши саће у низ помоћу жице и након окретања, мед се полако одвајао од саћа. Исекао је део саћа и ставио у четвртасти левак који је облика призме. Тај левак се наставља у четвороугаону пирамиду и на крају се наставља са савијеном цеви која је затворена поклопцем, приказаном на слици 9.



Слика 9. - Уређај са којим је Hruschka показао утицај центрифугалне силе при издвајању меда из саћа

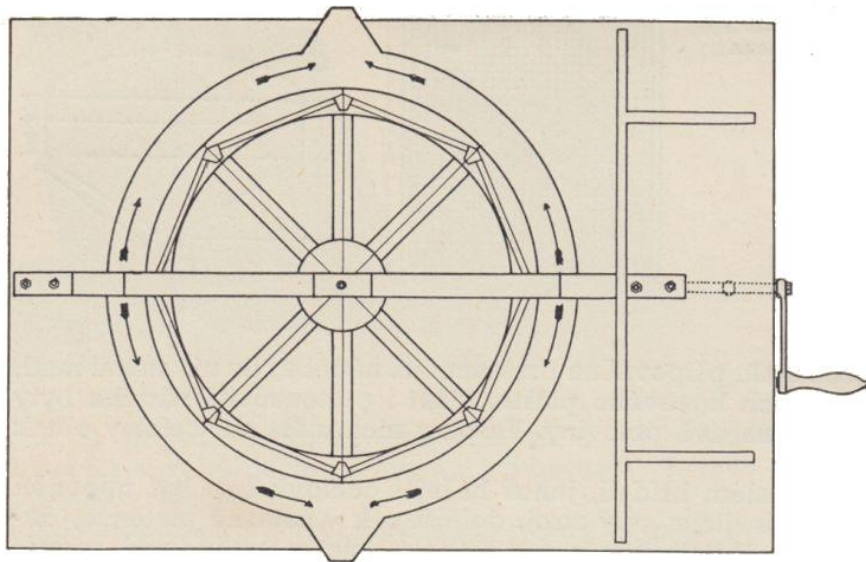
Приликом окретања левка у оба смера, под дејством центрифугалне силе, мед се сливао све до цеви које била затворена. Ови левци су се израђивали у више величина, у складу са величином саћа. Мањи модел је имао базу призме 21,5 cm, а висина је била 7 cm. Пирамидални део је висок 13 cm и ивице су дугачке 19 cm. Већи модел је имао базу призме дужине 31,5 cm, а висина призме је 7 cm. Пирамида је висока 10 cm, а ивице дужине 20 cm. Густа жичана мрежица, причвршћена на средину призме је била део оба модела. Оба модела су имала чврсту гвоздену ручку са омчом у средини.



Слика 10. – Димензије мањег и већег левка у cm

Hruschka је затим, применом овог принципа, конструисао машину која је давала задовољавајуће резултате и која је обезбеђивала додатне погодности у погледу квалитета меда, брзине екстракције и нарочито, већих процентуалних износа издвојеног меда. Оно што је битно истаћи, за ову прву "пионирску" конструкцију вращалке, је то да се на овај начин, саће у највећој мери чувало од већих оштећења.

Основни део његове вращалке је представљао хоризонтални диск са механизмом сличним механизму точка за млин. На ивицама тог диска предвидео је осам дрвених постоља на којима је била причвршћена жичана мрежа, чиме је обликован правилан осмоугаоник. Када се саће постави на дрвена постоља унутар осмоугаоника и диск окрене угаоном брзином од најмање 6 обртаја у секунди, саће ће потпуно испустити мед у року од једног до два минута. Мед се ухвати на зидове бубња у облику цилиндра и слива у контејнер испод машине са две рупе за одвод.

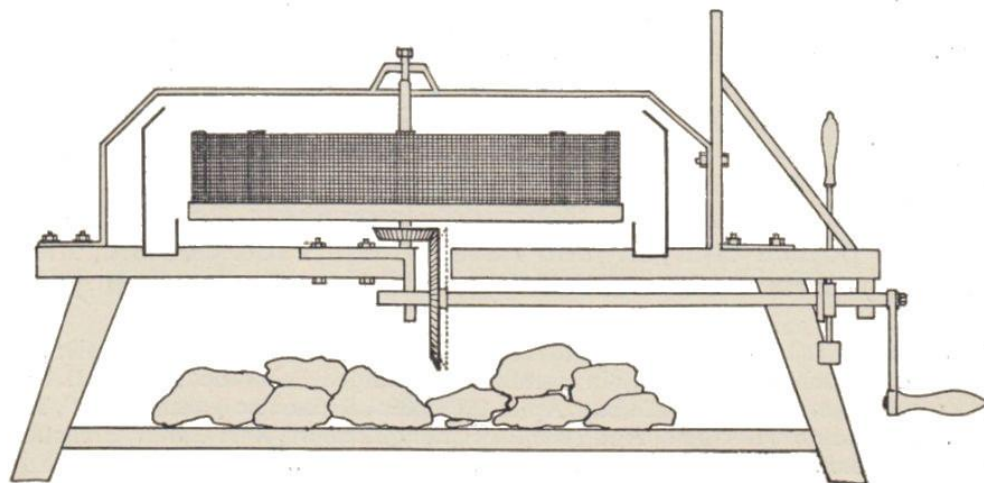


Слика 11. - *Екстрактор меда – поглед одозго*

Цела машина је покривена и обавијена гвозденим плаштом. Горњи крајеви дрвених стубова су причвршћени снажном жицом до ротационог вратила. Контејнер је био причвршћен на горњој страни стола, испод хоризонталног диска и хватао је мед који тече од гвозденог плашта. Плашт и контејнер раздвојени су на две половине. Свака од њих имала је одвојени испуст преко сопственог жлеба.

Диск се ротирао на вертикалном вратилу, а дно је причвршћено за гвоздену плочу која је причвршћена за сто. Под столом је постављена хоризонтална осовина, један крај са ручком, други са конусним зупчаником који је повезан са хоризонталним зупчаником вертикалног вратила, чиме се цели механизам укључио у ротацију. Посебна полуга може

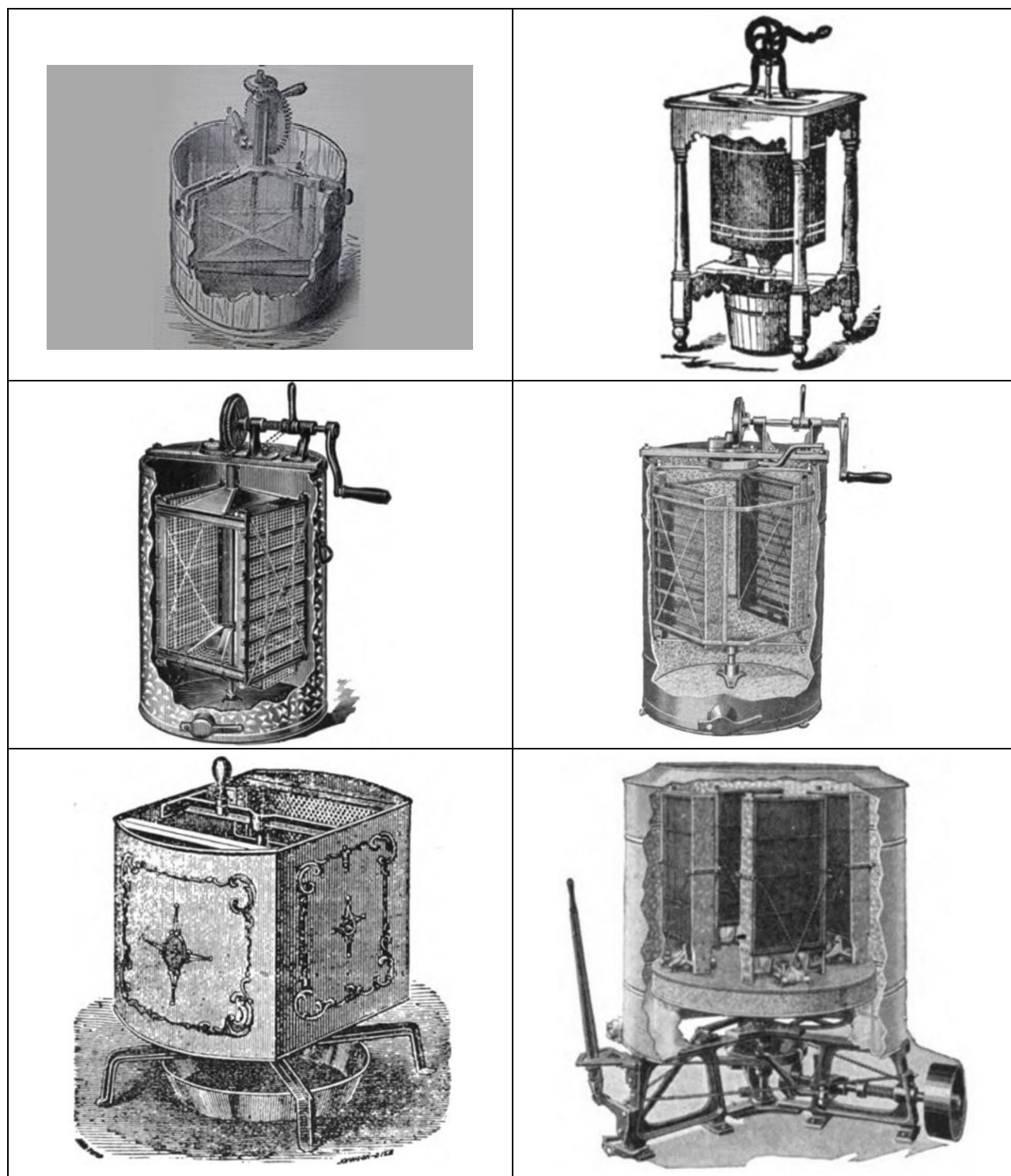
одвојити хоризонталну осовину тако да зупци нису повезани и ротација се може одвијати захваљујући сопственој инерцији.



Слика 12. - *Екстрактор меда - поглед са стране*

Стабилност машине повећана је тежином постављеном на доњем делу стола. Цела машина била је дуга 2 m, широка 1,40 m и висока 1,26 до 1,58 m. Била је врло тешка и није се могла лако преносити.

Један радник је обрађивао неких осам до дванаест квинтала (педесет килограма) саћа дневно на овој машини. Мед који је добијен овим поступком је био много чистији од меда издвојеног другим методама. Важно је било обезбедити радну температуру од најмање 20°C, јер је у супротном (на нижим температурама) мед сувише густ, а саће сувише крто.



Слика 13. – Неке од старијих врцаљки

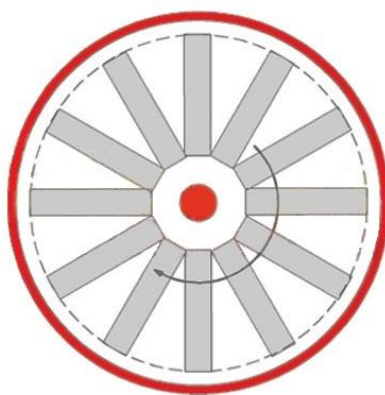
На бази конструкције и идеје који је дао Hruschka даља еволуција и развој конструкцијских решења врцаљки за мед је углавном ишла у правцу решавања оптималног положаја и броја рамова који се центрифугирају. Временом су се искристалисала три основна типа решења. У првој варијанти, како је и Hruschka предвидео, рамови се постављају у такозвани “тангенцијални” положај (слика 14).

Код тангенцијалног типа врцаљке оквир се поставља управно на полупречник. У овај тип врцаљке може да стане од два до шест рамова.



Слика 14. – Поглед на тангенцијалну врцаљку

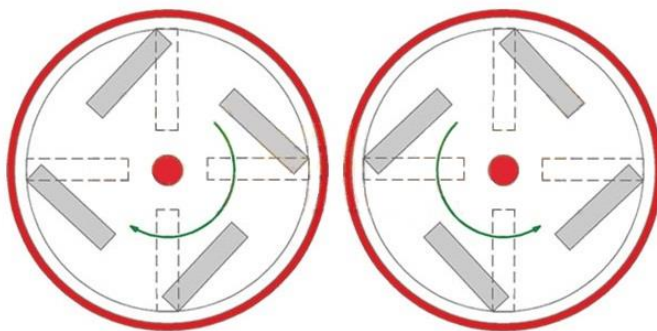
При радијалном положају горњи део оквира је окренут према спољашњем ободу конструкције, а сами рамови су оријентисани у правцу полупречника. Ове врцаљке се користе за веће пчелињаке и њихов капацитет се креће до тридесет оквира.



Слика 15. – Поглед на радијалну врцаљку

Касетне врцаљке се пројектују за рад са рамовима DB стандарда и у центрифугу се могу сместити од четири до двадесет рамова овог типа (или више уколико се ради са рамовима мањих димензија). Код ове врсте центрифуга, рамови се смештају у тзв. касете које имају

могућност ротације око појединачних осовиница фиксираних за обод врцаљке. Касетне центрифуге су предвиђене, углавном, за професионално бављење пчеларством.



Слика 16. – Поглед на касетну врцаљку

Велика пчеларска предузећа, са неколико хиљада кошница, користе центрифуге у које се смештају читави наставци без вађења рамова. Код ових центрифуга је потребно да се зидови загревају топлем водом, тако да мед буде што течнији, како би могао бити потискиван пумпама у цистерну. При раду са овом центрифугом потребно је имати и одговарајуће сепараторе, који отапају медне поклопце и који, при отварању саћа, падају на вруће цеви које су у облику радијатора. Центрифуга за читаве наставке приказана на слици 17, одједном може да центрифугира 72 наставка.



Слика 17. – Центрифуга у коју се постављају читави наставци

Прве врцаљке су биле искључиво мануелног типа. Последњих година примат преузимају врцаљке на електрични погон, а даља унапређења у конструкцијском смислу предвиђају све већи степен аутоматизације процеса као и могућност програмирања.



Слика 18. – *Савремена врцаљка за мед*

3. Приказ савремених конструкцијских решења

Савремене врцаљке за мед су најчешће израђене од прохрома AISI 304 или Č4580 (киселоотпорни, антимагнетни прохром). Сви спојеви на центрифугама се раде од прохрома, заварени су под аргоном, на аутомату без додавања материјала у TIG поступку, који не мења својство материјала који је варен. Ободи и ивице врцаљке су повијени (роловане), тако да су лаки за одржавање и не постоји могућност повреде при раду.

У стандардној понуди врцаљка има: прохромски кош и обруч, једну прохромску славину, пластични поклопац и масивне прохромске ногаре.

Разликују се по начину постављања рамова унутар врцаљке, по типу погона, као и по димензијама.



Слика 19. – *Једна од савремених врцаљки за мед*

Поклопац је најчешће направљен од пластике. На поклопцу се налази један лимени део који служи да држи поклопац усправно, као што је приказано на слици 20.



Слика 20. – *Поклопац и лимени држач*

Приликом врцања мед се скупља по зидовима и слива на дно које је конусно, да би мед лакше отицао. Свака врцаљка мора да има славину за истакање меда. Испод славине се најчешће налази кофа са цедиљком у коју отиче мед.



Слика 21. – *Славина за истакање меда и кофа за скупљање меда*

У зависности од положаја и начина постављања рама, разликујемо четири основне врсте врцаљки:

- Тангентијалне
- Тангентијално-радијалне
- Радијалне
- Касетне

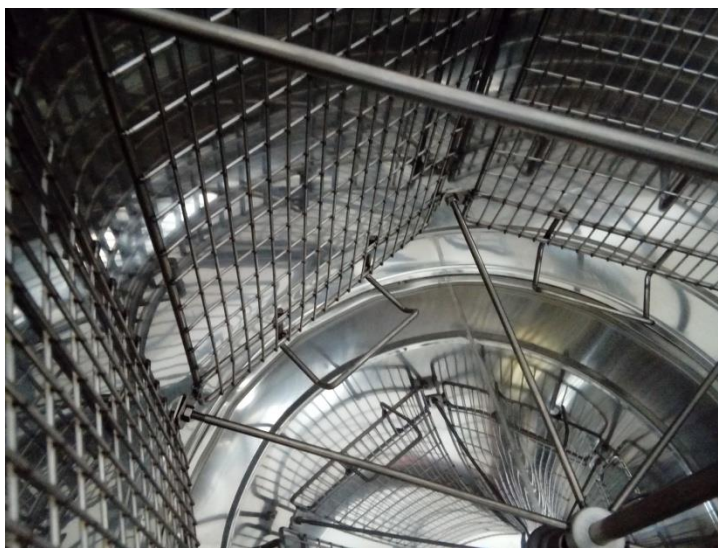
3.1. Тангенцијалне врцаљке

Код тангенцијалних врцаљки се рамови стављају у корпе, и код њих је неопходно неколико пута ручно окренути сваки рам ради равномерног и правилног врцања обе стране.



Слика 22. – Тангенцијална врцаљка

Корпе на себи имају кукe које држе рам, као што је приказано на слици 23. Битно је да рам налегне на решетку корпе да не би дошло до кривљења саћа.



Слика 23. – Решетка и кука на корпи тангенцијалне врцаљке

Пречници тангенцијалних врцаљки се обично крећу у опсегу од 400 до 650 mm. У тангенцијалну врцаљку може да стане од два до шест рамова. На слици 24 је приказана

врцаљка у коју може да стане шест рамова типа DB (или више ако су у питању рамови мањих димензија).



Слика 24. – Тангенцијална врцаљка у коју може да стане шест рамова

Што је већи број рамова код овог типа врцаљке, центрифугална сила је равномернија по интезитету на целој површини саћа.

На слици 25 приказана је тангенцијална врцаљка у коју могу да стану два DB рама (у даљем тексту ова врцаљка ће бити навођена под ознаком B1). Намењена је за мање, аматерске пчелињаке до највише тридесет кошница. Има поврнути врх и демонтажне ножице, самим тим је лака за транспорт. Такође има и FERLAUF погон, што значи да се корпа врти, а ручица стоји и има кочницу.



Слика 25. – Тангенцијална врцаљка у коју може да стане два рама (B1)

Мана код В1 је, поред малог капацитета и то што се јавља већа центрифугална сила на ивицама рама јер су удељенији од осовине, док у зони средине рама делује мања центрифугална сила јер је ближа осовини.

Предност код тангенцијалних центрифуга је та што најквалитетније изврцају мед. Ретко може да дође до ломљења саћа, јер су ћелије саћа оријентисане под углом врло блиским правцу дејства центрифугалне силе. Недостатак код овог типа врцаљке је тај што је неопходно извадити и окренути сваки рам, по три пута после сваког циклуса врцања.



Слика 26. – Рам у тангенцијалној врцаљки

Тангенцијалне врцаљке могу бити ручне и електричне.

Код ручних се сила остварује преко пужних преносника, где је преносни однос најчешће 1:3. Ручица на себи садржи и кочницу, која се активира када се окрене у другу страну.

Код електричних врцаљки се као погонски агрегат користе електромотори различитих снага. Такве врцаљке поседују управљачку јединицу којом се регулише брзина обртања. Код врцања меда је неходна промена брзина обртања осовине или коша. Контролише се број обртаја носача рамова. Број обртаја се креће у опсегу од 0 до 300o/min. 300o/min је максимални број обртаја који може да оствари електромотор. Снага се преноси од електромотора па преко редуктора са планетарним зупчаницима, до осовине. Има 12 Nm обртног момента и смањује брзину десет пута у односу на ротор. Степен редукције је 1:10.

Најоптерећенији делови су преносни редуктор, лежајеви и кош где се стављају рамови, и самим тим се ти делови најчешће и мењају.

Поред појединачно ручних и електричних, постоји и комбинација ова два погона.

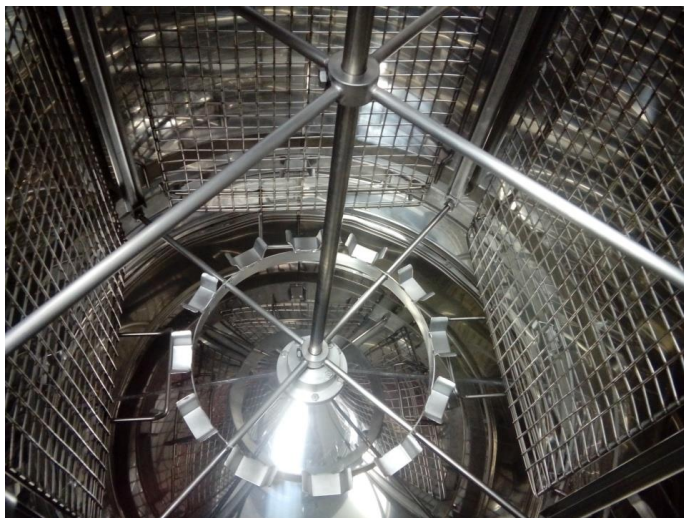


Слика 27. – Универзална врцаљка (са две врсте погона)

Она на себи има и ручицу за окретање и управљчку јединицу. Може да ради на 12V и на 220V. Може да се напаја наизменичном струјом из мреже и преко акумулатора. Мотор јој се налази са доње стране. Јачина мотора је 110 W. Пренос се остварује преко каиша да би могао да има и ручни погон. Највећа предност јој је та што може да се користи и на терену ван радних просторија и приступачне електромреже. Постоји могућност да се у природи прикачи једносмерна струја са аутомобила директно на уређај.

3.2. Тангенцијално-радијалне врцаљке

Поред тангенцијалних, постоје и врцаљке које су комбинованог типа у смислу орјентације рамова, односно тангецијално-радијалне. У центрифугу на слици 28 (која припада овој врсти тангенцијално-радијалних врцаљки) могу да стану четири рама тангенцијално постављена или дванаест рамова радијално (ова центрифуга ће у даљој анализи бити означена као B2).



Слика 28. – *Унутрашњост радијално-тангенцијалне врцаљке (B2)*

Такође и овај тип врцаљки може да има комбинацију ручног и електричног погона.

3.3. Радијалне врцаљке

Код радијалих врцаљки може да стане највише 24 рама. Уз одговарајућа конструкцијска побољшања овај тип врцаљке може да прими и до 30 рамова. Врцаљка приказана на слици 29 (у даљем тексту вођена под ознаком B3) поседује мотор од 0,37 kW. Има осам програма на ручном и аутоматском раду.



Слика 29. – *Унутрашњост радијалне врцаљке (B3)*

Предност код радијалне је то што брже врца мед, а недостатак је то што није иста обимна брзина на целом раму. На део рама, који је даљи од осовине, делује већа центрифугална сила и притом се у тим зонама брже врца мед, док на део рама који се налази ближе

осовини делује мања центрифугална сила и самим тим је за квалитетно врцање неопходна знатно већа брзина обртања и дуже трајање циклуса центрифугирања. Мед се мора, због већих количина које се релативно брзо изврцају, повремено уклањати, јер у супротном може доћи до успоравања обртања и значајног оптерећења читавог механизма. Радијалне врцаљке најквалитетније врцају мед са рамова DB/2 за полунаставке. Предност је што може више рамова да стане, у односу на тангенцијалне врцаљке.

Мотор који се напаја са 220V поставља се са горње стране врцаљке, на летви (опционо мотор може бити и са доње стране врцаљке).

Електроника која се уграђује у ове врцаљке има регулацију укључено/искључено, регулацију броја обртаја, регулацију времена од 1-10 минута, тастер за активирање циклуса и прекидач за стални и временски ограничени рад, као још и функцију за промену смера окретања.

Електричне радијалне врцаљке могу бити полуаутоматске или аутоматске. Код полуаутоматских врцаљки корисник у току рада одређује брзину окретања ротора и време врцања. Купац се може одредити и за аутоматски командни панел, код кога је предвиђено више брзина ротирања, за сваку брзину се унапред или у току рада одређује и време рада, а прелаз из ниже у вишу брзину се обавља аутоматски као и заустављање врцаљке на крају претходно задатог времена. Стандардна варијанта за радијалне врцаљке, садржи команде за регулацију брзине и времена, као и команде за укључење и искључење.

3.4. Касетне врцаљке

Касетне врцаљке се другачије називају и самоокретне. Код ових врцаљки, ради промене стране рама која се врца, није потребно вађење рама. Рамови се унутар врцаљки око сопствених осовиница могу заокретати ручно или помоћу програматора.



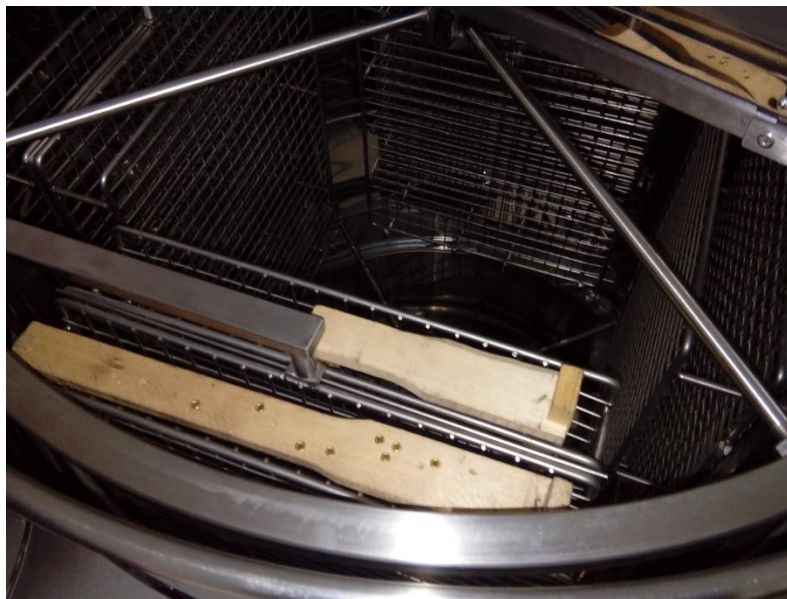
Слика 30. – Касетна врцаљка у којој се касете са рамовима окрећу ручно

Касетне врцаљке се сматрају најквалитетнијим, најбрже раде и најбрже избацују мед, а самим тим су и најскупље. Такође су и најсложеније за израду. Пречник касетних врцаљки је најчешће до 1000 mm. Постоје полуаутоматске и аутоматске касетне врцаљке.



Слика 31. – *Аутоматска касетна врцаљка*

Касетне врцаљке могу бити изведене и са дуплим касетама и код полуаутоматских и аутоматских. Врцаљка приказана на слици 33, као репрезент овог типа центрифуга у даљем тексту, за потребе упоредне анализе биће означена ознаком В4 (у ову центрифугу се може сместити 20 – 10х2 DB рамова).



Слика 32. – *Касетна полуаутоматска врцаљка са дуплим касетама*

Код полуаутоматских и аутоматских касетних врцаљки са дуплим касетама постоји лим између касета, да се мед не би сливао са једног рама на други. У касетне врцаљке се због повећаних оптерећења уграђују јачи лежајеви.



Слика 33. – Касетна аутоматска врцаљка са дуплим касетама

Центрифуга је опремљена трофазним мотором снаге 0.18 kW који је преко фреквентног регулатора повезан са монофазним извором напајања. Мотор је повезан са осовином ротора преко редуктора броја обртаја. Касетна центрифуга се повезује на класичан кућни прикључак монофазне струје од 220V и 50Hz.

Контрола процеса рада преко фреквентног контролера омогућује потпуно аутоматски рад центрифуге, према параметрима претходно задатог програма. Програмом се дефинишу параметри броја циклуса, смера окретања и брзине, као и времена трајања сваког циклуса.

Касетна центрифуга је опремљена сигурносним прекидачима који моментално заустављају рад центрифуге у случају отварања поклопца или активирања хитног прекида рада.

4. Анализа перформанси одабраних типова врцаљки и избор оптималног конструкцијског решења

На основу представљених конструкцијских решења и основних перформанси неколико карактеристичних врцаљки, приказаних у поглављу 3 овог рада, у овом делу је извршена њихова упоредна вишекритеријумска анализа. На основу успостављених тежинских коефицијената одабраних критеријума и израчунавања збирне карактеристике извршен је избор оптималне врцаљке са аспекта интереса пчелара који поседује од 30 до 50 пчелињих друштава.

4.1. Вишекритеријумско одлучивање (ВКО)

Одлучивање је процес који има своју дефинисану структуру и свој поступак. Одлука представља финални резултат процеса одлучивања која се у складу са структуром самог процеса доноси, спроводи, контролише и коригује.

Вишекритеријумско одлучивање (ВКО), представља релативно нову дисциплину која, кроз свој развој, треба да пружи подршку доносиоцима одлука који се, у највећем броју случајева, суочавају са веома бројним и, веома често, опречним утицајним факторима и интересним групама. Овај алат припада области теорије одлучивања у оквиру које је интегрисан велики број дисциплина: математика, статистика, економија, психологија, социологија, филозофија, организационе науке, информатичке технологије и др. Кратак преглед историјског развоја ове методе открива чињеницу да је појам вишекритеријумског доношења одлука (MCDM - Multi-Criteria Decision-Making) први пут, током 1972., године уведен у науке о менаџменту у Сједињеним Америчким Државама. Европску "верзију" ове методе представља анализа мултикритеријумског одлучивања (MCDA - Multi-Criteria Decision-Analysis). Ове методе, имају за циљ да се, у оквиру транспарентног процеса, дође до оптималног и компромисног решења и да се максимално побољша квалитет одлука које укључују задовољење више критеријума да би, на крају, избор био што експлицитнији, рационалнији и ефикаснији.

Заједничка карактеристика свих MCDM(A) приступа је у усвајању неколико појединачних и често супротстављених критеријума што, кроз мултидимензионални начин, доводи до снажније подржане одлуке у односу на неке једнодимензионалне процедуре. Базични приступ подразумева идентификацију одређеног броја алтернатива (као што су различита конструкцијска решења врцаљки за мед), затим оцењивање у складу са усвојеним критеријумима који су важни за модел, и дефинитивно, рангирање опционих решења. Основни циљ представља креирање структуре процеса који доводи до дефинисања циљева, формирања алтернатива и поређење различитих перспектива уз селекцију прихватљивих у односу на неприхватљиве могућности.

Код уобичајеног ВКО приступа, посматра се коначан скуп алтернатива (опција, потенцијалних решења) $A_i \in A$. Свако алтернативно решење се може вредновати са аспекта више критеријума (атрибута), $C_j \in C$. Алтернативе (A_i) и критеријуми (C_j) и њихови међусобни односи се могу представити у облику матричне табеле или такозване **матрице одлуке**.

Сваки од критеријума (C_j) може бити максимизационог (max) или минимизационог (min) типа у складу са природом величине коју карактерише. На основу карактера критеријума, вредности алтернатива према критеријумима, x_{ij} , се представљају нумерички, или одређеним квантитативно-квалитативним лингвистичким исказима. Сваки од критеријума нема подједнаку важност за доносиоце одлука, па се њихов значај представља тежинским коефицијентом - W_j . Ови коефицијенти имају своје апсолутне (рејтинзи) и релативне вредности (тежински коефицијенти). У овом сегменту поступка ВКО, приликом одређивања рејтинга појединих критеријума, долази до значајног утицаја појединачног или групног субјективизма доносилаца одређених одлука. Потребно је, пре свега ради унапређења квалитета анализе, тај субјективизам свести на најмању могућу меру.

Нормализација атрибута (r_{ij}) олакшава рачунске проблеме који се могу јавити због различитих мерних јединица у оквиру елемената матрице одлуке.

SAW (Simple Additive Weighting Method) метода, или метода адитивних тежинских фактора (Fishburn, 1967) представља једну од најпознатијих, релативно једноставних и најшире коришћених поступака, која даје сличне резултате као и знатно комплексније методе вишекритеријумског одлучивања. Сваком од критеријума, потребно је придружити тежински фактор (пондер) који додељује директно доносилац одлуке, или се добија применом неке од познатих метода за одређивање тежинских коефицијената критеријума. За сваку од разматраних алтернатива рачуна се збирна карактеристика, односно вредност суме производа релативних тежинских фактора и нормализованих вредности перформанси по свим критеријумима. Алтернатива са највећом вредношћу, представља најбоље од понуђених решења (једначина 1).

$$A^* = \left\{ A_i \mid \max_i \sum_{j=1}^n W_j' r_{ij} \right\} \quad (1)$$

W_j' представља нормализовану вредност тежинског коефицијента W_j :

$$W_j' = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (2)$$

4.2. Избор оптималне врцаљке за пчелињак од 30 до 50 пчелињих друштава

У табели 1 приказане су неке од одабраних карактеристика врцаљки приказаних у поглављу 3 (B1, B2, B3 и B4). На основу њих и одабраних вредности тежинских коефицијената а у складу са процењеним интересима и приоритетима пчелара који поседује поменути број пчелињих друштава, извршена је вишекритеријумска анализа (ВКО) по SAW методи и на крају, на основу вредности збирних карактеристика, извршен избор оптималне врцаљке.

Табела 1 - Преглед одабраних карактеристика анализираних врцаљки

Ознака	Погон	Тип центрифуге	Број рамова и капацитет)	Карактеристике погона	Цена (РСД)
B1	Ручни погон	тангенцијална	2 DB/ 4 LR	-	16 600,00
B2	Ручни/електрични погон	Радијално - тангенцијална	4 танг./ 12 рад. DB	Мотор снаге 0,11 kW	30 700,00
B3	Електрични погон	радијална	24 DB	Мотор снаге 0,37 kW	137 700,00
B4	Електрични погон	Касетна – радијално – тангенцијална, међуположај	10x2 DB	Мотор снаге 0,18 kW	192 200,00

Табела 2 - Вредности алтернатива према критеријумима (сведено на бројчане вредности)

Врцаљка	Погон и утрошак енергије	Капацитет врцаљке и ефикасност врцања	Квалитет врцања и оштећење саћа	Цена – малопродајна
B1	3	1	6	8
B2	7	5	6	8
B3	6	9	4	5
B4	7	8	8	4

Табела 3 - Нормализоване вредности алтернатива

Врцаљка	Погон и уtroшак енергије	Капацитет врцаљке и ефикасност врцања	Квалитет врцања и оштећење саћа	Цена – малопродајна
B1	0	0	0.5	1
B2	1	0.5	0.5	1
B3	0.75	1	0	0.25
B4	1	0.875	1	0

Табела 4 - Вредности рејтинга тежинских коефицијената

W_1	W_2	W_3	W_4
40	30	70	100

Табела 5 - Вредности нормализованих тежинских коефицијената

W_1'	W_2'	W_3'	W_4'
0.167	0.125	0.292	0.417

Табела 6 - Збирне карактеристике за четири анализиране врцаљке

B1	B2	B3	B4
0.563	0.792	0.355	0.568

На основу вредности представљених у табели 6, уочавамо да са аспекта интереса пчелара који поседује од 30 до 50 пчелињих заједница, врцаљка са ознаком B2 има највећу збирну карактеристику и самим тим, представља оптималан избор. Свакако, да са аспекта интереса пчелара који поседују знатно већи број пчелињих заједница, односно

професионално се баве пчеларством, вредновање одабраних критеријума и одређивање тежинских коефицијената се значајно мења. То ће, у крајњем исходу, резултирати другачијим вредностима збирних карактеристика па и на сам избор оптималне врцаљке.

5. Закључак

Проналаском врцаљке поједностављен је процес одвајања меда од саћа, уз помоћ центрифугалне силе. Врцаљка за мед даје задовољавајуће резултате и обезбеђује додатне погодности у погледу квалитета меда, брзине екстракције, а нарочито, већих процентуалних износа издвојеног меда. Када је реч о конструкцији, врцаљке могу бити тангенцијалне, радијалне и касетне. Код тангенцијалног типа врцаљке, оквир се поставља управно на полупречник. У овај тип врцаљке може да стане од два до шест рамова. При радијалном положају горњи део оквира је окренут према спољашњем ободу конструкције, а сами рамови су оријентисани у правцу полупречника. Ове врцаљке се користе за веће пчелињаке и њихов капацитет се креће до тридесет оквира. Касетне врцаљке се пројектују за рад са рамовима DB стандарда и у центрифугу се могу сместити од четири до двадесет рамова овог типа (или више уколико се ради са рамовима мањих димензија). Код ове врсте центрифуга, рамови се смештају у тзв. касете које имају могућност ротације око појединачних осовиница фиксираних за обод врцаљке. Касетне центрифуге су предвиђене, углавном, за професионално бављење пчеларством. Рамови могу бити различитих димензија. На основу одговарајућих карактеристика различитих типова врцаљки и одабраних вредности тежинских коефицијената а у складу са процењеним интересима и приоритетима пчелара који поседује од 30 до 50 пчелињих друштава, извршена је вишекритеријумска анализа (ВКО) по SAW методи и на крају, на основу вредности збирних карактеристика, извршен избор оптималне врцаљке. Слична анализа се може спровести са било којом групом производа и са аспекта интереса различитих корисника.

6. Литература

- [1] Релић Б., Пчеларење као професија и хоби, Београд 1993.
- [2] <http://www.fhruschka.cz/en/Medomet.aspx>, приступљено 08.09.17
- [3] <http://chestofbooks.com/animals/bees/History/Invention-Of-The-Honey-Extractor-Continued.html>, приступљено 08.09.17
- [4] Узгој пчела и израда меда, Alison Benjamin i Brian McCallum, Девон 2008
- [5] <http://outdoorplace.org/beekeeping/history4.htm>, приступљено 09.09.17
- [6] <http://spos.info/rad/istorijski-razvoj-kosnice/>, приступљено 17.09.17
- [7] <http://pcelar.rs/product-category/vrcaljke-i-delovi-vrcaljki/>, приступљено 17.09.17
- [8] <http://www.mineli.rs/index.php/en/opremao>, приступљено 20.09.17
- [9] <http://finansdoo.com/>, приступљено 20.08.17
- [10] <http://www.techtron-doo.com/centrifuge.html>, приступљено 03.09.17
- [11] <http://evrotom.org/proizvod-kategorija/oprema-za-pcelarstvo/centrifuge/>, приступљено 27.09.17
- [12] <http://spos.info/rad/moj-nacin-pcelarenja-tzv-fararovom-kosnicom/>, приступљено 29.09.17
- [13] <http://thebeejournal.blogspot.rs/2011/01/wonderful-history-of-honey-extraction.html>, приступљено 24.08.17
- [14] <http://medusvakomdomu.weebly.com/istorija-meda.html>, приступљено 02.09.17
- [15] <http://www.pcelanissretic.rs/index.php/centrifuga-za-med-prohromska-elektricna-12-220v>, приступљено 02.09.17
- [16] Description of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), Finnish Environment Institute, Marttunen, M., 2011
- [17] Multicriteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends, Science of the Total Environment, Huang, I. B., Keisler, J., Linkov, I., (2011), 409(19), 2011, 3578–3594