



УНАПРЕЂЕЊЕ ПРОЦЕСА ПРИПРЕМЕ МЕДОНОСНИХ РАМОВА ПРИМЕНОМ ЛЕАН АЛАТА

IMPROVEMENT OF THE HONEY FRAME PREPARATION PROCESS THROUGH THE APPLICATION OF LEAN TOOLS

Сандра Петров, Немања Сремчев, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – ИНЖЕЊЕРСКИ МЕНАѢМЕНТ

Кратак садржај – Овај рад приказује анализу и унапређење процеса припреме медоносних рамова применом Леан алата. Полазећи од устаљених пракси у пчеларству, идентификовани су кључни проблеми у извођењу четири основне операције: склапање рамова, бушење, ужичавање и утопљавање сатних основа. Циљ је био да се идентификују места на којима долази до појаве грешака и губитака и дају предлози за њихову елиминацију кроз примену 5С, СМЕД, Пока Јоке и Кајзен приступа. Примена Леан методологије омогућила је стандардизацију рада, краће време извођења и унапређен квалитет крајњег производа.

Кључне речи: Леан, 5С, СМЕД, Пока Јоке, Кајзен, пчеларство

Abstract – This paper presents the analysis and improvement of the beekeeping frame preparation process through the application of Lean tools. Based on long-standing beekeeping practices, key problems were identified in four main operations: frame assembly, drilling, wiring, and embedding of wax foundations. The goal was to identify points where errors and losses occur and to propose measures for their elimination through the application of 5S, SMED, Poka Yoke, and Kaizen approaches. The implementation of Lean methodology enabled work standardization, reduced operation time, and improved quality of the final product.

Keywords: Lean, 5S, Poka Yoke, SMED, Kaizen, beekeeping

1. УВОД

Процес припреме медоносних рамова представља један од најважнијих процеса у пчеларству јер директно утиче на касније активности, здравље и продуктивност пчелињих друштава. Циљ овог рада је да се спроведе анализа овог процеса и дају предлози за његово унапређење применом Леан методологије.

У оквиру рада биће обрађене теоријске основе Леан алата и процеса припреме медоносних рамова, након чега ће бити анализирано стање пре увођења унапређења и дати предлози како се у праксу могу имплементирати одговарајући Леан алати.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистакао је из матер рада чији ментор је био ванр. проф. др Сремчев Немања

Комбинујући теоријске основе Леан приступа са практичним увидима из пчеларске праксе, рад показује како систематско унапређење читавог процеса може довести до значајних побољшања у организацији рада, смањењу дефеката и повећању квалитета финалног производа.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ЛЕАН-А

Леан филозофија представља савремени приступ управљању процесима који има за циљ смањење отпада, повећање ефикасности и стварање додатне вредности за крајњег корисника. Заснива се на принципима сталног унапређења, оптимизације тока материјала и ресурса, као и елиминације свих активности које не доприносе вредности производа или услуге [1].

За успешну имплементацију Леан принципа користе се различити Леан алати и технике који помажу у детектовању и отклањању узрока губитака, као и у стандардизацији и побољшању самог процеса.

На посматрани процес у практичном делу рада примењена су четири Леан алата/филозофије:

5С и визуелни менаѢмент

5С представља системски приступ стварању радног окружења које захтева мање људског напора, простора, капитала и времена за израду производа или пружање услуге уз минималан број грешака. То је један од основних Леан алата, јер поставља темеље за даља унапређења.

Применом 5С методологије ствара се чисто, прегледно и организовано радно окружење у којем сваки елемент има своје место, што омогућава лако уочавање одступања од стандардизованог, односно жељеног стања радног простора [1].

Визуелни менаѢмент представља логичан наставак и допуну 5С методе. Његова основна сврха је да сваком запосленом пружи могућност да на први поглед процени да ли процес функционише у складу са стандардом или је дошло до одступања.

Визуелно управљање се остварује путем једноставних и лако разумљивих знакова и обележја, као што су боје, ознаке, дијаграми, светлосни и звучни сигнали. Ови алати омогућавају да се радно окружење посматра и анализира без потребе за додатним објашњењима или сложеним упутствима [2].

Пока Уоке

Пока Уоке (у преводу са јапанског „избегавање грешака“) представља Леан алат који се може уградити у дизајн производа, алата или самог радног процеса. Уместо ослањања на накнадну инспекцију ради откривања дефеката, овај алат се усмерава на њихову превенцију [3].

Имплементација Пока Уоке алата почиње детаљном анализом процеса како би се идентификовале операције у којима су грешке најчешће. Након тога, развијају се решења која могу бити једноставна, попут физичких вођица или пинова који онемогућавају погрешно склапање делова [4], или сложенија, као што су информациони системи који проверавају исправност уноса података и спречавају наставак процеса док се грешка не исправи [3].

Кључ успеха Пока Уоке алата лежи у креирању решења које грешку чини немогућом или барем одмах уочљивом, без ослањања на пажњу и концентрацију оператера.

СМЕД

СМЕД (*Single Minute Exchange Of a Die* у преводу "замена алата у једноцифреном броју минута") представља теорију и скуп техника којима је циљ да се време потребно за промену алата или подешавање машине за нови производ смањи на мање од 10 минута [5, 6]. Способност предузећа да брзо прелази са производње једног производа на други је кључна за флексибилност, смањење залиха и бржи одговор на захтеве тржишта. Ово подразумева да сваки радник мора бити обучен да изведе измену за што краћи временски период и на што лакши начин како би се одржала целокупна ефикасност читавог поступка.

Кајзен

Кајзен је филозофија која тежи сталном и постепеном унапређењу процеса, производа и услуга. Заснива се на идеји да континуирано побољшање треба да буде део организационе културе, а не привремени пројекат. Уместо великих промена, Кајзен подстиче мала, али редовна унапређења, која доводе до трајног напретка. Кључни елемент је активно учешће свих запослених у процесу побољшања, што омогућава ефикасније решавање проблема и већи ниво мотивације.

3. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ПРОЦЕСА ПРИПРЕМЕ МЕДОНОСНИХ РАМОВА

Припрема медоносних рамова представља једну од кључних активности у пчеларству која осигурава правилну основу за развој пчелињег друштва и изградњу саћа. Квалитетно припремљени рамови спречавају деформације саћа и олакшавају каснији рад пчелару [7, 8].

Процес припреме рамова се састоји од четири основне операције.

3.1. Склапање рамова

Прва операција је склапање рама од његових саставних делова: горње летвице (сатоноше), доње летвице и две бочне летвице. Делови се учвршћују лепком за дрво и ексерима или пнеуматском хефталицом. Циљ је формирање чврстог и геометријски правилног оквира.

Током склапања је веома важно водити рачуна о правилној оријентацији бочних летвица у односу на горњу и доњу летвицу, али и једне према другој. Проширени делови бочних летвица морају бити окренути према сатоноши, а равна и уска ивица супротно оријентисане на бочним летвицама (слика 1). Исправна оријентација осигурава правилан размак између рамова, олакшава њихово вађење и спречава гњечење пчела [6].



Слика 1. Оријентација ивица бочних летвица

3.2. Бушење рупа и постављање биксни

Након склапања, следи припрема рама за провлачење жице. Ово подразумева бушење рупа на одговарајућим летвицама и постављање биксни. Правилно извођење ове операције је важно како би се омогућили услови за лакше провлачење жице, њену равномерну затегнутост и спречило оштећење летвица.

Рупе морају бити избушене на једнаком растојању како би се омогућили одговарајући услови за утопљавање сатне основе. Осим тога неопходно је да рупе буду позициониране тачно на средини летвице.

Након бушења слади уметање биксни у сваку од направљених рупа. Улога биксни је двострука: спречавају да затегнута жица, под теретом саћа и меда, временом усече дрво и олабави се; омогућавају лакше клизање жице приликом затезања и смањују трење.

3.3. Ужичавање рамова

Наредна операција је ужичавање рамова. При ужичавању рамова се може користити прохромска (инох) или поцинкована жица.

Улога жице у раму је да пружи чврсту потпору сатној основи и спречи њено деформисање током изградње саћа и вртања. Жица се прво провлачи кроз сваку претходно постављену биксну, након чега се мора адекватно затегнути, а крајеви жице обмотати око малих ексера који су претходно укуцани на летвице.

Правилна затегнутост је од пресудног значаја, жица мора бити довољно затегнута да вибрира под благим додиром, чиме се потврђује правилна напетост, али не толико да искриви дрвену конструкцију рама [6].

3.4. Утапање сатних основа

Уколико су све претходне операције добро одрађене операција утапања сатне основе се може обавити без појаве великог броја дефеката. Сатна основа је танка воштана плоча са утиснутим почетком ћелија, која служи као водич пчелама за правилну изградњу саћа. Циљ ове операције је да се сатна основа причврсти за жицу, чиме се обезбеђује њена стабилност и правилно формирање саћа.

Уобичајена пракса подразумева постављање сатне основе на жељени начин и њено утапање помоћу електричне струје ниског напона која загрева жицу и тиме омогућава да она благо утоне у восак сатне

основе. За утапање се најчешће користи такозвани „жврк“.

4. МЕТОДОЛОГИЈА УНАПРЕЂЕЊА

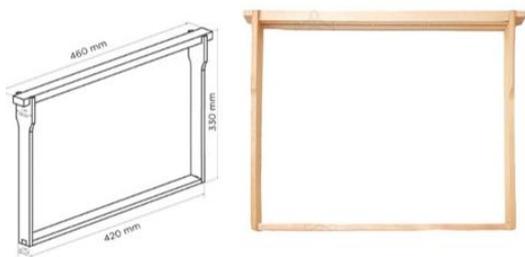
Процес унапређења је спроведен из два дела. Први део је подразумевао посматрање стања пре унапређења. Анализирано је од којих захвата се састоји свака од операција процеса припреме медоносних рамова, у којим сегментима може доћи до грешака и временских губитака и где постоји простор за увођење унапређења.

У оквиру другог дела дати су предлози унапређења применом одабраних Леан алата у зависности где се јавља потреба за којим алатом. За операцију уживавања рамова израђен је физички прототип алата, док је за остале операције дати само предлози која би се унапређења могла спровести и како би требало дизајнирати алате и поступке.

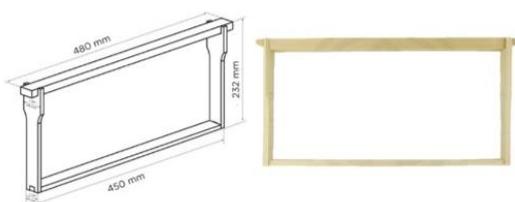
5. РЕЗУЛТАТИ УНАПРЕЂЕЊА

5.1. Анализа стања пре унапређења

Током посматрања стања пре увођења унапређења, анализирано је како се свака од операција обављала у процесу припреме *Langstroth* (ЛР) и *Hoffman*-овог полошкиног рама. Ова два типа рама имају различите димензије саставних делова, што је приказано на сликама 2 и 3.



Слика 2. Изглед и димензије полошкиног рама



Слика 3. Изглед и димензије ЛР рама

Склапање рамова

Тренутно стање: Рамови се склапају ручно, један по један, употребом чекића и ексера.

Током посматрања операције уочени су следећи проблеми:

- Повремена погрешна оријентација бочних летвица (спајање уске стране са сатоношом);
- Повремено окретање обе бочне летвице на исту страну;
- Испадање летвица из лежишта приликом закуцавања ексера;
- Повремено ексер пробије летвицу под погрешним углом.

Ове појаве могу довести до губитка времена услед потребе за подешавањима, оштећења рамова, отежаног обављања каснијих пчеларских активности и повређивања пчелара или пчелињег друштва.

Бушење рупа и постављање биксни

Тренутно стање: Рупе се буше на бочним летвицама уз помоћ шаблона, а биксне се накнадно умећу чекићем.

Током посматрања операције уочено је следеће:

- Присуство непотребних елемената (шкарта) на радном месту;
- Повремено прескакање бушења појединих рупа;
- Понекад оператер пропусти да уметне све биксне;
- Бушење рупа на погрешним позицијама због померања шаблона.

Ове појаве могу довести до потребе за накнадним корекцијама, губитка времена, неравномерног утапања сатне основе, усецања жице у дрво и пуцања жице.

Уживавање рамова

Тренутно стање: Врши се хоризонтално уживавање без фиксирања рама, при чему оператер ногама придржава рам и сталак за жицу.

Током посматрања операције уочено је следеће:

- Услед одмотавања велике количине жице долази до формирања „осмица“;
- Неергономски положај радника;
- Дуготрајан и неконзистентан процес затезања жице.

Ове појаве могу довести до пуцања жице, неравномерног утапања сатне основе и потребе за накнадним затезањем.

Утапање сатних основа

Тренутно стање: Утапање се врши помоћу електричног "жврка", жицу по жицу, уз слободну процену оператера о потребном времену загревања.

Током посматрања операције уочено је следеће:

- Процес дуго траје због појединачног утапања сваке жице;
- Повремено предуго загревање жице;
- Потенцијални ризик од струјног удара.

Ове појаве могу довести до пресецања сатне основе, неједнаке утопљености жица, што за последицу има лоше формирање саћа и клизање саћа са рама.

5.2. Спроведена унапређења

Прво је као темељ за каснија унапређења спроведена 5С методологија. Циљ је био стварање организованог, чистог и стандардизованог радног простора. Уклањањем непотребних ствари, дефинисањем сталног места за сваки алат и увођењем визуелних стандарда, обезбеђени су предуслови за ефикасну примену осталих Леан алата. Након тога су на сваку операцију примењена одговарајућа Леан решења како би се елиминисали идентификовани проблеми.

Склапање рамова

Унапређење: Развијен је алат за истовремено склапање 10 рамова. Дизајн алата укључује Пока Јоке елементе

(физичке граничнике) који онемогућавају погрешну оријентацију бочних летвица. Ручни алат (чекић) замењен је пнеуматским забијачем ексера/хефталицом.

Леан алати: Пока-Уоке, Стандардизација рада.

Бушење рупа и постављање биксни

Унапређење: Предложена је употреба вишеструког бушача са 5 игала који истовремено буши све рупе и поставља биксне. На игле су додати визуелни маркери (црвена боја) као Пока Уоке систем који сигнализира оператеру ако нека биксна није постављена.

Леан алати: Пока-Уоке (превентивни и детективни), Визуелни менаџмент.

Ужичавање рамова

Унапређење: Израђен је и тестиран физички алат за ужичавање који фиксира рам и омогућава контролисано провлачење и затезање жице. Алат садржи точкиће који спречавају формирање "осмица" на жици. Применом СМЕД принципа, дизајниран је систем са два клина и лептир наврткама, што омогућава брзу промену и подешавање алата за ЛР или полошкин рам.

Леан алати: Пока Уоке, СМЕД, 5С, Ергономија.

Утапање сатних основа

Унапређење: Предложен је уређај за истовремено утапање свих жица. Уређај садржи аутоматски тајмер који прекида струјно коло након дефинисаног времена, чиме се спречава пресецање сатне основе. Такође, поседује прекидач за лако прилагођавање различитим типовима рамова (ЛР/полошка) и сигналну лампицу.

Леан алати: Пока-Уоке (хибридна превентивна).

6. ЕФЕКТИ СПРОВОЂЕЊА УНАПРЕЂЕЊА

Примена предложених Леан решења доноси мерљива побољшања у погледу ефикасности, квалитета, ергономије и стандардизације процеса.

Повећање ефикасности: Симултано обављање операција (склапање 10 рамова, бушење свих рупа, утапање свих жица) драстично смањује укупно време потребно по једном раму. СМЕД унапређење на алату за ужичавање смањује време подешавања алата са преко једног минута на мање од 10 секунди.

Смањење грешака и дефеката: Пока Уоке механизми уграђени у алате физички или визуелно спречавају најчешће грешке: погрешну оријентацију летвица, прескакање биксни, формирање "осмица" на жици и пресецање сатних основа. Овим се проценат шкарта своди на минимум.

Стандардизација: Сва решења уводе стандардизоване процедуре. Затегнутост жице више не зависи од процене оператера, већ од подешавања алата. Време утапања је контролисано тајмером. Ово осигурава уједначен квалитет сваког припремљеног рама.

Побољшање ергономије и безбедности: Алат за ужичавање елиминира потребу за неергономским положајем (придржавање рама ногама). Пнеуматски забијач и уређај за утапање смањују ризик од повреда (ударац чекићем, струјни удар).

Боља организација радног простора: Примена 5С принципа кроз дефинисање позиција за алате и

материјале смањује време тражења и кретања, чинећи радни простор прегледнијим и ефикаснијим.

7. ЗАКЉУЧАК

Примена пажљиво изабране комбинације Леан алата на идентификоване кључне проблеме има потенцијал да омогући значајне ефекте у области скраћења времена трајања операција, драстичног смањења учесталости грешака и дефеката, боље ергономије и стандардизације целокупног процеса.

Иако примена ових решења може донети значајан напредак, процес се ипак касније може додатно оптимизовати, што отвара простор за даљу анализу и примену Кајзен филозофије континуираног побољшања. Са овим у вези препоручује се постепено увођење предложених унапређења уз праћење стварних резултата, како би се објективно проценио допринос сваког решења и осигурало да се процес припреме медоносних рамова обавља на оптималан и одржив начин.

8. LITERATURA

- [1] A. Rikalović and N. Sremčev, Predavanja i vežbe sa predmeta Proizvodne strategije. Fakultet tehničkih nauka.
- [2] Menadžment centar Beograd, "Vizuelni menadžment." Accessed: Oct. 06, 2025. [Online]. Available: <https://www.mcb.rs/blog/vizuelni-menadzment>
- [3] A. Zhang, "Quality improvement through Poka-Yoke: from engineering design to information system design," 2014.
- [4] Z. Tanasić, G. Janjić, and B. Kosec, "Lean Concept in Small and Medium Enterprises," Materials and Geoenvironment, Jun. 2019, doi: 10.2478/rmzmag-2019-0010.
- [5] A. C. Moreira, G. Campos, and S. Pais, "Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation," 2011. [Online]. Available: <http://www.jotmi.org>
- [6] R. G. P. Junior, R. H. Inácio, I. B. da Silva, A. Hassui, and G. F. Barbosa, "A novel framework for single-minute exchange of die (SMED) assisted by lean tools," International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 119, no. 9–10, pp. 6469–6487, Apr. 2022, doi: 10.1007/s00170-021-08534-w.
- [7] Diana. Sammataro and Alphonse. Avitabile, The beekeeper's handbook. Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press, 2011.
- [8] J. Kulinčević, Pčelarstvo. Partenon, 2006. Accessed: Oct. 08, 2025.

Кратка биографија:



Сандра Петров рођена је у Зрењанину 2001. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Инжењерског менаџмента одбранила је 2025. год.

контакт: sandrapetrov01@gmail.com