

ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS

15. SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
15th NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

8. MEĐUNARODNI SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
8th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

HEP-Group
HEP-Plin Ltd.
HR-31000 Osijek, Cara Hadrijana 7

J. J. Strossmayer University of Osijek
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod
HR-35000 Slavonski Brod, Trg I. B. Mažuranić 2

University of Pécs
Faculty of Engineering and Information Technology
H-7624 Pécs, Boszorkány u. 2



Suorganizatori
Co-organizers



Uz potporu
Supported by
Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske
Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia

Osijek, 27.- 29.09.2017.

PLIN 2017

ZBRONIK RADOVA 8. MEĐUNARODNOG SKUPA O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI

PROCEEDINGS OF 8th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

Izdavač / Publisher: Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu

Email: plin@sfsb.hr

URL: <http://konferencija-plin.sfsb.hr>

All papers are reviewed.

The authors are only responsible for the contents and accuracy of all published material. The Editors do not accept any liability for the contents and accuracy of articles, or responsibility for any mistakes (editorial or typographical), nor for any consequences that may arise from them.

Urednici / Editors:

Pero RAOS, glavni urednik
Tomislav GALETA
Dražan KOZAK
Marija RAOS
Josip STOJŠIĆ
Zlatko TONKOVIĆ

PLIN 2017 Organizacijski odbor / PLIN 2017 Organization committee:

Marija RAOS, Hrvatska, predsjednica organizacijskog odbora
Tomislav GALETA, Hrvatska
Miroslav DUSPARA, Hrvatska
Josip CUMIN, Hrvatska
Renata ĐEKIĆ, Hrvatska
Nada FLANJAK, Hrvatska
Ismeta HASANBEGOVIĆ, BiH
Miroslav MAZUREK, Hrvatska
Ana RADONIĆ, Hrvatska
Pero RAOS, Hrvatska
Josip STOJŠIĆ, Hrvatska
Zlatko TONKOVIĆ, Hrvatska

Sadržaj / Contents

POZVANA PREDAVANJA / INVITED LECTURES

UTJECAJ ZASJENJENJA NA FOTONAPONSKE SUSTAVE	1
D. Topić, G. Knežević, D. Šljivac, M. Žnidarec	

ANALIZA SLOŽENIH TEHNIČKIH GVIK SUSTAVA KORIŠTENJEM DINAMIČKOG MODELIRANJA	12
B. Delač, B. Pavković, K. Lenić	

PRIMJENA INFRACRVE NE TERMOGRAFIJE U TEHNIČKIM SUSTAVIMA	33
H. Glavaš, T. Barić, M. Stojkov	

PLIN I PLINSKA TEHNIKA / GAS AND GAS TECHNIQUE

PROCJENA RIZIKA PRILIKOM OŠTEĆENJA PLINOVODA UZROKOVANIH ELEMENTARNIM NEPOGODAMA.....	51
M. Rašić, T. Šolić, D. Marić, M. Duspara, S. Aračić, I. Samardžić	

DALJINSKO OČITANJE POTROŠNJE PLINA, UREĐAJI I PRINCIPI RADA	61
K. Pavelić, D. Hećimović, K. Stakor	

PODACI O SUNČEVOM ZRAČENJU I MODELI PREDVIĐANJA SUNČEVOG ZRAČENJA KAO FAKTOR UŠTEDE PRIRODNOG PLINA.....	67
K. Hornung, M. Stojkov, M. Hornung	

MODELIRANJE POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA JAVNIH ZGRADA INTELIGENTNOM PODATKOVNOM ANALITIKOM	76
M. Zekić-Sušac	

RAZVOJ PLINOFIKACIJE NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU TVRTKE „PLIN PROJEKT“ D.O.O. - NOVA GRADIŠKA	86
M. Ivanović, L. Liović	

PRIKAZ ISTRAŽIVANJA RAZVOJA SIMULACIJSKOG MODELA LANCA OPSKRBE PRIRODNIM PLINOM	97
J. Mesarić, D. Dujak, Z. Tonković	

ELEKTROFUZIJSKO SPAJANJE CIJEVI ZA TRANSPORT PLINA IZRAĐENIH OD POLIMERNIH MATERIJALA.....	110
V. Starčević, I. Baričić, A. Rebronja, I. Samardžić	

BELOW-GRADE NATURAL GAS DISTRIBUTION STATION DESIGN FOR AN URBAN LOCATION.....	120
--	-----

N. Bosković, A. Loge, R. Gomez, J. MacLennan, R. Dawes

TEHNOLOŠKI POSTUPCI IZRADE SPOJEVA VODOOPSKRBNOG SUSTAVA.....	133
---	-----

F. Dako, A. Stoić, I. Samardžić, J. Zima, M. Duspara, D. Marić, V. Starčević, I. Putnik

ENERGETIKA / energetics

UČINKOVITA UPORABA ENERGIJE	139
-----------------------------------	-----

S. Franjić

TERMODINAMIČKA ANALIZA RADA UGRAĐENIH PLINSKIH KONDENZACIJSKIH KOTLOVA.....	146
---	-----

M. Živić, A. Galović, A. Barac, R. Končić

ENERGETSKA OBNOVA OBITELJSKIH KUĆA NA PODRUČJU OSJEČKO-BARANJSKE ŽUPANIJE.....	156
--	-----

D. Hećimović, D. Vidaković, K. Pavelić

INDIKATORI KVARA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI.....	166
--	-----

M. Nađ, S. Kaluđer, K. Fekete

PRIMJENA RAČUNALNOG PROGRAMA THORIUM A+ ZA IZRAČUN UŠTEDE ZAMJENE STANDARDNOG KOTLA S KONDENZACIJSKIM I UGRADNJOM TERMOREGULACIJSKIH VENTILA NA OGRJEVNA TIJELA.....	174
--	-----

M. Rašić, D. I. Rendulić, H. Glavaš, D. Vidaković

SIMULACIJA UTJECAJA ZASJENJENJA NA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE FOTONAPONSKE ELEKTRANE.....	184
--	-----

I. Radmanović, G. Knežević, D. Topić, K. Fekete

HEATING PERFORMANCES ANALYSIS A GHP WORKING WITH DIFFERENT HYDROCARBONS AND HEAT TRANSFER IN A BOREHOLE HEAT EXCHANGER.....	194
---	-----

R. Bedoić, V. Filipan

BIOPLINSKE ELEKTRANE U SLAVONIJI I BARANJI	204
--	-----

M. Ivanović, H. Glavaš, M. Vukobratović

UTJECAJ ATMOSFERSKOG PRAŽNJENJA NA ELEKTRONIKU PLINSKIH BOJLERA	216
---	-----

B. Perković, T. Barić, H. Glavaš

ENERGIJA IZ MULJA.....	226
------------------------	-----

T. Grizelj, E. Kamenjašević

ZAKONSKA I TEHNIČKA REGULATIVA U KORIŠTENJU OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE230

E. Kamenjašević, T. Grizelj

KREMATORIJ – ENERGIJSKA EFIKASNOST I OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE U ZAŠTITI PRIRODE I OKOLIŠA238

E. Kamenjašević, T. Grizelj

VODENI MULJ ALTERNATIVNI IZVOR ENERGIJE242

T. Grizelj, E. Kamenjašević

VODA / WATER

DISTRIBUTIVNA MREŽA VOĐENA POMOĆU SCADA247

F. Galović, S. Kaluđer, K. Fekete

PARAMETRI MODELIRANJA OBORINSKOG OTJECANJA SA ZELENIH URBANIH POVRŠINA.....257

D. Obradović

O RAZVOJU TEHNIČKIH SUSTAVA NA PRIMJERU VODNE REGULACIJE POBOSUĆA.....267

S. Maričić

VODA NAKON PRANJA VUNE – OTPAD I SIROVINA.....281

A. Tarbuk, B. Vojnović, A. Sutlović

OPTIMIZACIJA VODOOPSKRBE VIŠIH ZONA288

Em.Trožić, E. Smajić, En.Trožić

MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA U VODOVODNIM SUSTAVIMA...294

E. Smajić, Em.Trožić, En.Trožić

EFEKTI USPOSTAVE DALJINSKOG NADZORA U VODOVODNOM SUSTAVU302

En.Trožić, B. Jakovac, Em.Trožić, E. Smajić

ISKUSTVA U ODRŽAVANJU VODOOPSKRBNOG SUSTAVA GRADA OSIJEKA311

F. Dako, P. Raos, A. Stoić, T. Šarić, G. Šimunović, I. Samardžić, J. Zima

PROIZVODNE TEHNOLOGIJE / PRODUCTION TECHNOLOGIES

RAZVOJNE FAZE I KLJUČNE KARAKTERISTIKE DBAAS CLOUD SERVISA BAZIRANOG NA KONSOLIDIRANOM INFORMACIONOM MODELU KOMPANIJA ENERGETSKOG SEKTORA.....319

J. Dizdarević

OPTIMUM DESIGN OF FIXED STORAGE TANK ROOF	329
F. Orban, G.C. Nagy	
UNAPRJEĐENJE IZVOĐENJA GRAĐEVINSKIH RADOVA PRIMJENOM LEAN METODOLOGIJE	335
D. Vidaković, Z. Lacković, M. Radman-Funarić	
RECIKLIRANJE ŽARULJA	347
Z. Mrčela, G. Rozing, T. Malijurek	
NUMERIČKA ANALIZA UDARA ZRAČNOG VALA NA PLINSKU BOCU	353
I. Grgić, D. Šotola, Ž. Ivandić	
SILA DUBOKOG VUČENJA	363
B. Grizelj, D. Grizelj, V. Jurić Šolto	
REVIEW OF MODELLING METHODS AND COMPUTER MODELS IMPLEMENTED IN RECENT NOWADAYS CAD SYSTEMS	373
M. Karakašić, H. Glavaš, M. Kljajin	
MENADŽMENT CJEVOVODNIH MREŽA	382
M. Šavar, S. Krizmanić, I. Jovan	
ANALIZA RECIKLIČNOSTI ELEKTRIČNIH KUĆANSKIH APARATA	392
I. Lovrić, G. Rozing, A. Katić	
PRIMJENA INFRACRVENE TERMOGRAFIJE U ZGRADARSTVU	401
H. Krstić, M. Teni, Ž. Koški	



Unaprjeđenje izvođenja građevinskih radova primjenom Lean metodologije *Improving realization of construction works applying Lean methodology*

D. Vidaković^{1,*}, Z. Lacković¹, M. Radman-Funarić²

¹Građevinski fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska

²Veleučilište u Požegi, Požega, Hrvatska

*Autor za korespondenciju. E-mail: dvidakov@gfos.hr

Sažetak

Rad obrađuje Lean metodologiju upravljanja s naglaskom na mogućnosti i koristi njene primjene kod izvođača radova na građevinama (uključujući pripremno-završne, građevinske, instalacijske i druge radove). Identificirani su gubici do kojih može doći pri izvođenju tih radova i definirani su preduvjeti koje je potrebno ispuniti za postizanje Lean proizvodnje. Pojašnjeno je Lean razmišljanje i pristup, te Lean metode i alati koji su usmjereni na smanjenje troškova i ostalih rasipanja.

Abstract

The paper deals with a Lean management methodology with an emphasis on the possibilities and benefits of its implementation to contractors on construction works (including preparatory and finishing, construction, installation and other works). Losses that may arise in the performance of these works have been identified and the preconditions that need to be met to achieve Lean production are defined. Lean thinking and approach as well as Lean methods and tools (aimed at reducing costs and other waste) are explained.

Ključne riječi: Lean upravljanje, metode i alati, gubici, izvođenje građevina, organizacija

1. Uvod – potreba za uštedama i težnja prema svjetskoj klasi proizvodnje

U novije vrijeme događaju se promjene u različitim sferama koje se tiču gospodarskih sustava. To dovodi do razmišljanja o promjenama koje je potrebno učiniti u upravljanju tvrtkama, tj. organizacijama, kako proizvodnim, tako i onima koje se bave drugim djelatnostima. Te su promjene uvelike usmjerene na optimalno korištenje resursa (koji su uvijek ograničeni), da bi se uštedilo i moglo opstati u sve konkurentnijem okruženju.

Uspješne tvrtke teže Svjetskoj klasi proizvodnje (*World Class Manufacturing* - WCM) koja se zasniva na Cjelovitom upravljanju kvalitetom (*Total Quality Management* – TQM), strategiji Upravo na vrijeme (*Just in Time* – JIT), Integriranom produktivnom

održavanju (*Total Productive Maintenance* – TPM) i Potpunoj uključenosti zaposlenika (*Total Employee Involvement* – TEI) [1]. Inicijativama strateškog održavanja kvalitete tvrtke trebaju nastojati ostvariti "nula kvarova", "nula pritužbi kupaca" i "nula incidenata".

U nastojanju da postignu WCM tvrtke se oslanjaju na analize sustava kako bi utvrdile neučinkovitosti i slabosti koje im ometaju performanse. Temeljno kvantitativno mjerilo za performanse proizvodnog sustava je sveukupna efektivnost opreme (*Overall Efficiency Equipment* – OEE = Raspoloživost × Učinkovitost izvedbe × Postotak kvalitetnih proizvoda) kod koje se 0,85 (0,90 × 0,95 × 0,99) smatra svjetskom klasom. OEE se koristi kao objektivni dnevni snimak stanja opreme i predstavlja mjeru doprinosa trenutne opreme na dodanu vrijednost vremena proizvodnje. Usporedba između očekivanih i sadašnjih veličina OEE-a pruža organizacijama, posebno proizvodnim, poticaj za unaprjeđenje i pokazuje efekt kontinuiranog unaprjeđenja unutar sustava [2]. Osim gubitaka u svezi opreme, za postizanje performansi WCM-a, također, treba istražiti i na odgovarajući način riješiti gubitke u svezi izvedbe radnika, energije i neučinkovitog korištenja resursa.

Globalizirano tržište od mnogih organizacija zahtjeva da implementiraju proaktivne Lean proizvodne programe (koji uključuju navedene komponente WCM-a, ali i brojne druge metode i alate) i organizacijske strukture kako bi poboljšale svoju konkurentnost [3].

Izvođenje radova na građevinskim projektima ima niz različitosti u odnosu na industrijsku proizvodnju i do sada u Hrvatskoj nije istraživano glede primjene Lean upravljanja u tvrkama koje se njima bave. U građevinarstvu, barem domaćem, Lean inicijative nisu zastupljene u značajnijoj mjeri, ali autori članka smatraju da su itekako moguće i da bi bile isplative.

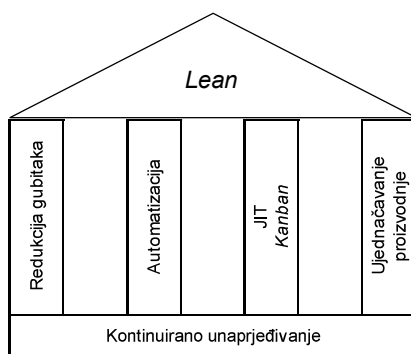
2. Lean principi i metodologija

Neki od principa Lean proizvodnje mogu se uočiti u dalekoj prošlosti, ali suvremena praksa Lean metodologije počela je sredinom 20. st. u japanskoj auto industriji (*Toyota*), da bi se do kraja stoljeća njena primjena proširila i na cijeli razvijeni svijet te na ostalu proizvodnju, kao i različite vidove pružanja usluga. I u 3. tisućljeću Lean se još istražuje i dalje razvija.

Naziv Lean, tj. "vitki" (nazvan tako od istraživača u SAD-u) je zbog toga jer se kod takvog poslovanja nastoji uraditi što više sa što manje pogona (i opreme), skladišta, vremena, ljudskog napora i financijskih sredstava, s tim da proizvod potpuno zadovoljava kupca [5].

Da bi se postigla kvaliteta i vrijednost proizvoda s najmanjim mogućim troškovima Lean koncept nastoji eliminirati sve aktivnosti koje ne stvaraju dodanu vrijednost na konačnom proizvodu (ono što kupac/naručitelj nije voljan platiti), a da nisu neophodne za nesmetano odvijanje toka vrijednosti. Glede toga Lean prepoznaje sljedeće gubitke (otpatke ili rasipanja) koji se javljaju pri proizvodnji, održavanju, ali i kod razvoja proizvoda, primanja narudžbi i ostalih logističkih poslova: kašnjenje, čekanje, prekomjerna proizvodnja, gubici tijekom obrade, nepotrebni pokreti, greške (škart), prekomjerne i zastarjele zalihe materijala, nepotrebni inventar, problemi kod transporta, problemi zbog slabog održavanja (čekanje na intervencije održavanja, predugo trajanje aktivnosti održavanja, ponavljanje proizvodnih aktivnosti zbog slabog održavanja), ali i neiskorištenu kreativnost zaposlenika [4, 6, 7, 8, 9].

U odnosu na tradicionalno upravljanu i organiziranu tvrku, Lean organizacija je primarno usmjerena na sprječavanje problema (umjesto na njihovo rješavanje), uz primjenu dinamičnih procedura i visoku fleksibilnost (manje opreme koja je više fleksibilna), 100%-tnu kontrolu (umjesto kontrole na uzorcima) i promatranje zaposlenika kao izvora potencijala i mogućnosti. Taiichi Ohno, "otac" *Toyotinog* sustava proizvodnje, definirao je model Lean proizvodnje s četiri glavna stupa, tj. principa, kako pokazuje slika 1.



Slika 1. Četiri glavna principa na kojima se izvorno zasniva Lean proizvodnja [6]

Lean menadžment je koncept upravljanja proizvodnjom, razvojem proizvoda i uslugama koji ima za cilj stvoriti točno određenu i ciljanu vrijednost za kupca (robu ili uslugu), ali nema univerzalne definicije što sve spada u taj menadžment [10].

Načela Lean menadžmenta su razumijevanje onoga što kupac želi kupiti, definiranje tokova materijala, informacija i svih aktivnosti koje se poduzimaju od preuzimanja narudžbe do isporuke gotovog proizvoda (što iziskuje analiziranje cijele organizacije, a ne samo pojedinih dijelova), osiguravanje toka proizvoda i materijala bez zastoja, prilagođavanje proizvodnje razini potrošnje (narudžbama) i težnja savršenstvu u svakom aspektu poslovanja [11]. Radi lakšeg analiziranja i razumijevanja, tokovi vrijednosti se prikazuju mapama, kojima se vizualizira tok materijala i tok informacija kod postojećeg stanja i kod budućeg, idealnog stanja, koje se treba postići Lean metodologijom.

Ta načela su jednostavna i vrlo logična, ali u praksi ih nije uvijek lako primijeniti i prema inozemnim istraživanjima [12] svega 10% implementacije Leana uspijeva. Pogotovo je u Zapadnom svijetu problematično što se velikoserijska proizvodnja intuitivno smatra proizvodnjom niskih troškova, a takva proizvodnja nije fleksibilna i rezultira skladištenjem neprodane robe što dovodi do dodatnih troškova [4]. Tako se nepotrebno gube znatna financijska sredstva, dok Lean proizvođači ista ulažu u svoja daljnja unaprjeđenja.

3. Lean tehnike i alati

Metode i alati ne koriste se pojedinačno za rješavanje određenih problema kojima se postižu Lean ciljevi, nego kao njihove komplementarne kombinacije.

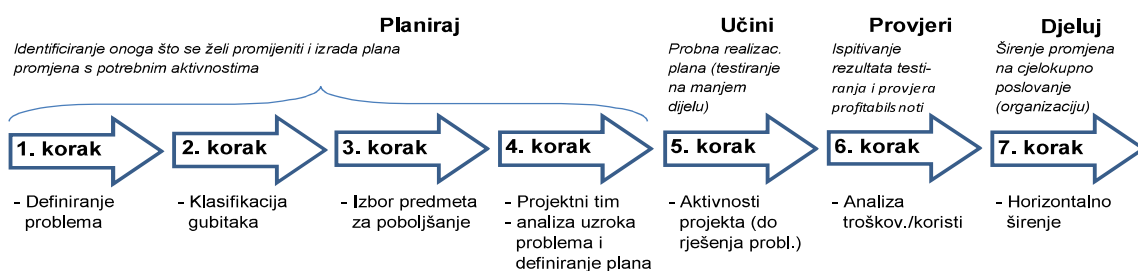
Prema publiciranim izvješćima, razne Lean proizvodnje djelotvorno su uspostavljene u tvrtkama tako da uključuju tipični TPM program, JIT proizvodnju, TQM, 6 sigma, benchmarking i kvalitetno uspostavljanje funkcija [2]. Da bi se postigla još veća poboljšanja performansi može se uspostaviti i druge strategije za postizanje Lean

proizvodnje, kao što su: kontinuirani tijekom proizvodnje, proizvodnja u ćelijama, odnosno proizvodnim jedinicama (integrira strojeve i mali tim zaposlenika, tako da se sav rad na proizvodu ili njegovom dijelu može ostvariti u istim proizvodnim jedinicama, s bližim razmještajem opreme i radnika, s čim se eliminira resurse koji ne dodaju vrijednost proizvodu i omogućuje kontinuirani tok, skraćivanje transportnih puteva i smanjivanje čekanja i zaliha), ujednačena proizvodnja, tj. radno opterećenje (stupanj proizvodnje ostaje konstantan bez obzira na promjenjivu potražnju, tako da se povećava iskorištenost kapaciteta pogona) i obrnuti inženjering (proces otkrivanja tehnoloških principa sustava i svega drugog što je napravljeno kroz analizu strukture, funkcije i djelovanja). Uz to, za unaprjeđenje proizvodnje i održavanje radne opreme često se koriste alati i tehnike kao što su: 5 M pristup (4 M podrazumijeva sagledavanje problema u svezi ljudi (*Man*), metoda (*Methods*), materijala (*Materials*) i strojeva (*Machines*), dok se pod petim M najčešće misli na mjerenje (*Measurement*)), analiza uskog grla, pouzdanosti, pogodnosti održavanja i raspoloživosti, analiza "ulaz izlaz", analiza stabla gubitaka, analiza dijagrama toka, Pareto dijagram, Ishikawa i drugi uzročno-posljedični dijagrami, A3 (za identificiranje i označavanje područja za brzo poboljšanje koje se provodi u PDCA ciklusima – nakon sagledavanja cijelog procesa jednostavno, grafički se prikazuje proces ili problem koristeći samo ono što stane na papir veličine A3, a što pomaže da se problem sagleda "novim očima"), 5 G (za opisivanje prirode gubitaka kod kompletnog i detaljnog opisivanja situacije, održavanja odnosa između teorije i prakse te praćenja logičnog slijeda radnji u procesu - prema početnim slovima japanskih riječi: tvornica, materijal, analiza, teorija i metode), radar karta (za pokazivanje područja koje treba ojačati), grafikon analize procesnih točaka (za standardizaciju procesa), statistička kontrola procesa (SPC – kontrolne karte), špageti dijagram (za precizno praćenje rada pojedinaca i timova u procesu), QC dijagram procesa (prikazuje tijek kontrole kvalitete), dijagram procesa ispitivanja mogućnosti, QA matricu (matricu osiguranja kvalitete), redukcija vremena postavljanja/zamjene alata, kontrolnu listu slučajeva pojave defekata, 3 Mu popis (prema popisu se provjera ono što treba eliminirati: nepotreban napor (*Muri*), rasipanje (*Muda*) i neusklađenost (*Mura*) u odnosu na standardno propisane aktivnosti odvijanja poslovnih propisa), listu "zašto - zašto" (*Why-Why*) ili 5 W analizu ("Pet puta zašto" je brainstorming alat za otkrivanje uzroka problema, gdje se kroz odgovore na pitanje "zašto" analizira po razinama, sve dok se ne utvrdi pravi uzrok), 6 W (za transparentno rješavanje problema kroz odgovore na pitanja: "tko", "što", "gdje", "kad", "zašto" i "kako") i dr.

Uočeno je da se viša razina kvalitete može postići samo kontinuiranim poboljšanjima i proizvoda i procesa, te da za značajnija unaprjeđenja planovi unaprjeđenja trebaju biti usvojeni svobuhvatno s planom Kaizena [2], jer Kaizen ima veliki potencijal za doprinos Lean ciljevima organizacije. Kaizen (*kai* (promjena) + *zen* (poboljšanje) = promjena na bolje) u osnovi podrazumijeva mala poboljšanja koja se stalno provode i u pravilu ne iziskuju velika financijska ulaganja. Takva filozofija "korak po korak" je u očitoj suprotnosti od pristupa uvriježenog kod tvrtki na Zapadu koje su orijentirane na veće inovacijske skokove temeljene na skupom tehnološkom napretku. Kaizen se provodi i na području proizvodnje i području administracije, te obvezno uključuje cijelu organizaciju i sve

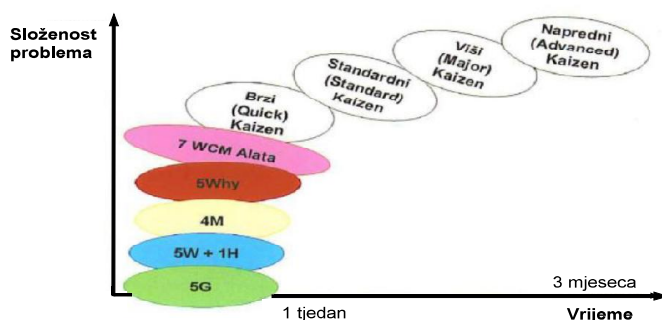
zaposlenike, od svih razina menadžmenta do operativnih radnika, koji se angažiraju na rješavanju konkretnih problema u praksi. Kaizenom se nastoji poboljšati standardne aktivnosti i eliminirati gubitke u toku vrijednosti. Kaizen filozofija smatra da nema proizvoda, tjeka rada ili procesa u kojem nema mogućnosti za daljnje poboljšanje, jer bez obzira koliko proces bio poboljšan uvijek ima prostora za daljnji napredak.

Provođenje Kaizena uvijek treba biti na principu PDCA (*Plan – Do – Check – Act*) koji obuhvaća kružni, stalno ponavljajući ciklus, kroz koji postignuta poboljšanja postaju svakodnevica, što pokazuje slika 2.



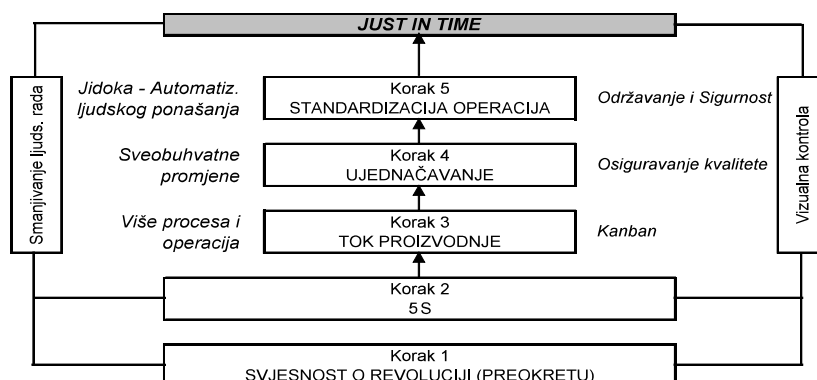
Slika 2. Koraci implementacije Kaizena po principu PDCA (prema [13])

Brzi oblik Kaizena se provodi kada je problem skoro potpuno definiran i kada su dostupni podaci u svezi problema. Koristan je za postizanje brzih unaprjeđenja, doprinosi razvoju ideja i prijedloga te širi znanja i implementirana rješenja (u pravilu za povremene gubitke). Sličan mu je standardni Kaizen, ali dok se s brzim uobičajeno bave operateri na proizvodnim linijama s malom kontrolom, standardni obavljaju tehnički više obučeni zaposlenici i koristi se kod kroničnih problema (gubitaka). S višim i naprednim oblicima Kaizena bavi se tim ljudi kroz duži period. To uključuje prikupljanje podataka, opisivanje problema i duboko analiziranje njegovih uzroka, uz korištenje Ishikawa dijagrama i 5 W analize. Nastoji se pronaći više mogućih mjera za rješavanje složenih, kroničnih problema, koje se onda rangira prema troškovima, vremenu za provođenje i vjerojatnosti da će uspješno riješiti problem. Nakon što se te mjere provedu treba provjeravati efekt koji su postigle i održavati njihovu uspješnost [13]. Kod primjene Kaizena piramida upravljanja obrnuta je u odnosu na tradicionalni pristup upravljanja [14], a tipični Kaizen alati, osim spomenutih, su još i: 3 Mu popis, 5 S, 5 M i 6 W. Na slici 3 pokazana je primjena različitih Kaizena i njihovih alata.



Slika 3. Prikaz Kaizena prema složenosti i vremenu primjene (prema [13])

S Kaizenom je usko povezan koncept JIT-a. On podrazumijeva pristup "pravi proizvod u pravo vrijeme i u pravoj količini, s minimalnim korištenjem materijala, rada i prostora" ili "pravi dio na pravom mjestu u pravo vrijeme" [14]. JIT je filozofija proizvodnje koja se temelji na planiranom uklanjanju svih gubitaka, odnosno rasipanja (svega nepotrebnog), i na kontinuiranom unaprjeđenju produktivnosti, pa vodi proizvodne organizacije k djelotvornijem i učinkovitijem poslovanju. Efikasnost i smanjivanje troškova postiže se skraćivanjem vremena skladištenja dijelova, repromaterijala odnosno sirovina (smanjivanje razine zaliha) i njihovim korištenjem u proizvodnom procesu u najkraćem mogućem roku te ograničavanjem trajanja proizvodnje i dostave. To se postiže s "pull" proizvodnjom (*pull* - povlačenje je suprotno od principa *push* - guranja), odnosno radom na proizvodu samo onda kada to zahtjeva kupac. Uobičajeno se koristi Kanban kontrola, a upravljanje tokom materijala između dobavljača i tvrtke koje preuzima robu se automatizira. Također, potrebno je proizvodnju organizirati taktno, s neprekidnim jednopredmetnim tokom (suprotno serijskoj proizvodnji). S tim se dobiva skraćenje vremena izrade pojedinih dijelova, sinkroniziranje radnih procesa i balansiranje kapaciteta. Uprava s predstavnicima zaposlenih planira i provjerava te omogućuje vođenje procesa uz primjenu JIT alata i uvježbavanje radnika. Uspostava JIT-a ide kroz pet koraka, a da bi se proces stalno unaprjeđivao putem kontrole se uspostavlja povratna veza (slika 4.).



Slika 4. Koraci provođenja JIT-a (prema [15])

Osnovne karakteristike ostalih metoda koje se često mogu kombinirano koristiti kod implementacije Leana, a i međusobno su kompatibilne, navedene su u tablici 2.

Tablica 2. Metode koje se često koriste za implementaciju za Leana

Kanban – metoda upravljanja i nadzora proizvodnog procesa		
Značajke: - prakticira jednostavni koncept povlačenja koji ne gura materijal u proces do trenutka dok se ne ukaže stvarna potreba. Dobro je primjenjiv kod predvidljive i stalne potrošnje.	Cilj: - smanjenje, odnosno zadržavanje zaliha na što nižoj razini i postizanje maksim. učinkovitosti.	Način provedbe: - uspostava sustava signalizacije potreba za materijalom na mjestima potrošnje s karticama (u papirnatom ili elektronskom obliku) na kojima korisnik može zapisati informaciju o potrebi i utrošku materijala. Treba se primjenjivati povezano, a ne samo za otklanjanje uzroka pojedinih problema.
Vizualizacija – vizualna kontrola i upravljanje (VM)		
Značajke: - jedan od najsvestranijih aspekata Lean koncepta koji se može svugdje primjenjivati. Grafičkim prikazima	Cilj: - vizualizirati sve aspekte rada i radnih mjesta kako bi se	Način provedbe: - prethodno je potrebno mjerenje radnih karakteristika, tehničkih parametara i dostignuća. Područja mjerenja koja se prikazuju na panoima, odnosno pločama

se zaposlenicima pruža uvid u šire poslovanje tvrtke, pa im je lakše razmišljati o mogućim poboljšanjima. Osnovna područja mjerenja Leana prilikom vizualizacije su: moral tima (najčešći parametri mjerenja su nazočnost, broj iznijetih sugestija i broj dovršenih zadataka), sigurnost (najčešći parametar je vrijeme proteklo od zadnje nezgode), kvaliteta timskog izvođenja, isporuka i troškovi (zbog nesavršenosti).	pomoglo zaposlenima da se lakše snalaze u proizvodnji, da brže primjete anomalije (odstupanja od normi) i da ih se potakne na doprinos unapređenju poslovanja. Rezultati mjerenja trebali bi ukazati gdje su moguće uštede.	(uglavnom grafikonima) moraju biti pomno odabrana i trebala bi prikazivati unapređenja u raznim segmentima poslovanja, a ploče (tzv. ploče alata i komunikacijske ploče) moraju biti pregledne i jednostavne. Ploče služe i za kontrolu proizvodnog prostora i za iznošenje činjenica i veličina glede proizvodnje. Kako bi upoznali svoje timove s dnevnim zadacima, na početku svake radne smjene njihovi vođe bi trebali koristiti komunikacijske ploče. (One pomažu boljem razumijevanju procesa kojima se bave i za otklanjanje uzroka problema.)
Gemba (šetnja) metoda		
Značajke: - problemi se rješavaju na mjestu gdje do njih dolazi i s ljudima koji direktno sudjeluju u radnom procesu. Uočene mogućnosti poboljšanja obično se mogu realizirati odmah i bez dodatnih ulaganja, što dovodi do brzih ušteda. Uključivanjem zaposlenih u identificiranje rasipanja u njihovim svakodnevnim aktivnostima, pomaže da oni imaju osjećaj da ih neko sluša, da ih se poštuje na radnom mjestu, da se ponose sa svojim radom i da uspostave redovitu komunikaciju s menadžmentom. Koristi za rukovoditelje su bolje razumijevanje procesa i problema (žalbi) s kojima se svakodnevno sreću njihovi radnici, te prilika da vježbaju Lean.	Cilj: - identificiranje rasipanja u procesu i potrebnih promjena da se te negativne pojave izbjegne, odnosno postizanje kontinuiranog poboljšavanja. Ako se prateći proces postavljaju prava pitanja Gemba donosi brze koristi i organizaciji i njenim zaposlenicima (na različitim razinama) bez dodatnih financijskih ulaganja.	Način provedbe: - u kratkom vremenskom periodu tim, sastavljen od zaposlenih iz različitih funkcija, šeta kroz radne površine i pri tome identificira mogućnosti za smanjenje rasipanja i definira poboljšanja. Provodi se kroz korake: 1. "Ići u šetnju"; 2. "Promatrati šetnju"; 3. "Tražiti i naći rasipanja, odnosno aktivnosti koje ne dodaju vrijednost"; Vrlo često se, samo pogledom na stvari, ljude, strojeve, tokove, bez ikakvih alata i velikih analiza, može otkriti problem, ali poželjna su osnovna znanja i praktično iskustvo te razgovor s radnicima (čak i da se pokuša raditi njihov posao). Kada se pronađe način za rješavanje problema provodi se pomoću Kaizen alata. (Gemba je vrlo pogodna za kombiniranje s Kaizenom.)
Poka yoke (izbjegavanje pogreške) pristup		
Značajke: - polazi od uvjerenja da proizvodnja i samo jednog neispravnog elementa nije prihvatljiva i da se to može izbjeći sprječavanjem grešaka, odnosno njihovog ponavljanja. Otkrivanje greške samo upozorava radnike na činjenicu da je ona učinjena, ali takvi signali su korisni, jer često greške koje su brzo otkrivene i ispravljene ne daju povoda za defekte.	Cilj: - sprječavanje ljudskih, slučajnih, tj. nenamjernih grešaka (zbog nepažnje) pri izvođenju bilo kojih aktivnosti.	Način provedbe: - efikasan pristup podrazumijeva provjeru procesa prije akcije da bi se osigurali svi neophodni uvjeti za visoku kvalitetu. Prevencija pogreški je najjači oblik njihovog izbjegavanja, no bitno je i spriječiti utjecaj pogreške (ako se dogodi). Za pronalaženje stvarnog uzroka problema Poka yoke često koriste 5 W + 1 H metodu (pitanja 5 W i "Kako" (How)). To je obično prvi korak analiziranja problema, ali ne smije se prestati kada se otkrije prvi uzrok. (Primjena Poka yoke je usko povezana s Lean metodama VM i 5 S.)
6 sigma (6σ) – poslovna metodologija i filozofija upravljanja kvalitetom		
Značajke: - za postizanje značajnih poboljšanja kroz otklanjanje nedostataka, tj. grešaka redizajnom i inovacijama. (σ je standardno odstupanje koje opisuje stupanj varijacije u određenom skupu, odnosno stupanj kvalitete proizvoda, usluge ili procesa, a 6σ znači 99,9996 % uspješnosti što je ekvivalentno pojavi 3,4 greške na milijun mogućnosti.) Najveća prednost 6σ pred drugim metodologijama unapređenja je što se odlučivanje temelji na mjerenjem prikupljenim podacima iz procesa (uz korištenje poznatih statističkih metoda). Zbog temeljnog usmjerenja na poboljšanje kvalitete može se koristiti u različitim tvrtkama, a razvoj IT-a širi područje primjene.	Cilj: potpuno eliminiranje grešaka (težnja savršenstvu) u svakom procesu i proizvodu/usluzi, tj. postizanje poslovne izvrsnosti. Koristi nisu samo novčane, već 6σ treba omogućiti da ljudi na svim razinama tvrtke bolje razumiju svoje kupce, da im procesi budu jasniji, da raste efikasnost, te da radnici budu zadovoljniji svojim poslom.	Način provedbe: - u prvi plan se stavlja kontinuirano poboljšanje procesa i edukacija zaposlenika kako bi se stvorila "organizacija koja uči". Unapređenje se temelji na DMAIC krugu: odredi (<i>Define</i>), izmjeri (<i>Measure</i>), analiziraj (<i>Analyse</i>), unaprijedi (<i>Improve</i>) i nadziri (<i>Control</i>), gdje se za svaku od faza mogu koristiti tehnike i alati koje pomažu kod njihove implementacije (npr. Pareto analiza, karta izvođenja procesa, mapa toka vrijednosti itd.). U fazi mjerenja radni tim planira i provodi prikupljanje podataka. Mjerenja se provode za parametre procesa izabrane u prvoj fazi, a mogu se provoditi na ulazu i izlazu iz procesa, u samom procesu, te kod kupaca. (Treba utvrditi i nesigurnost instrumenata za mjerenje.) U posljednjoj fazi se kontrolom osigurava da se pozitivne promjene održe i da se proces dalje poboljšava. Za uspješnu implementaciju 6σ sustava u organizaciji, potrebno je povezati pojedinačne projekte sa strateškim ciljevima tvrtke te pridobiti podršku svih zaposlenika.
5 S - strukturirani pristup za razvoj radne discipline u pogonima i u administraciji		
Značajke: - usmjeren je na promjenu svijesti zaposlenih o radnom okruženju. Navodi organizaciju na razmatranje pitanja koja su često zanemarena. Nakon	Cilj: - identificiranje i eliminiranje nekorisnih stvari i otpada na radnom mjestu i s tim	Način provedbe: - provodi se kroz pet koraka: 1. Razvrstavanje (<i>Seiri</i>) - bacanje svih neželjenih, nepotrebnih predmeta s radnog mjesta (ostaje samo ono što se odnosi na posao) kako bi bila moguća vizualna kontrola u prostoru; 2. Uspostava reda (<i>Seiton</i>) - za svaki predmet koji se koristi

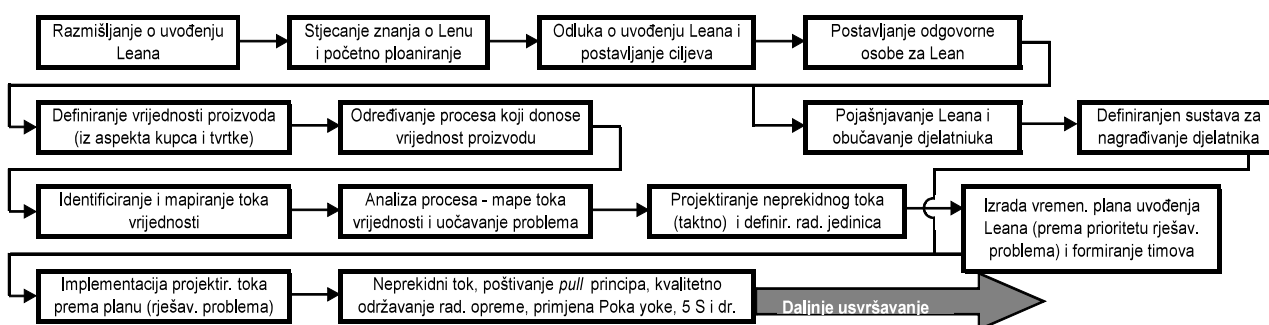
usvajanja posljednjeg koraka onemogućava povratak na stari način rada te potiče djelatnike na stalna unaprjeđenja. 5 S je neophodan za Kaizen i Lean proizvodnju.	povećanje produktivnosti (smanjuje se vrijeme traženja materijala i alata, puno toga je jasno na prvi pogled, a i manje je papirologije), sigurnosti zaposlenih (manje nezgoda) i kvalitete proizvoda.	definira se određeno (označeno) mjesto (najbliže su oni koji se češće koriste i poredani su prema redoslijedu korištenja), tako da im je pristup lagan i brz; 3. Čišćenje (<i>Seiso</i>) sjaj i brisanje - redovito, najčešće svakodnevno, čišćenje radnog prostora od otpada i prljavštine (svako područje ima osobu zaduženu za čišćenje); 4. Standardiziranje (<i>Seiketsu</i>) - definiranje pravila po kojima zaposleni mjere i održavaju čistoću (koriste se i pisane procedure na plakatima kako bi se anomalije prije uočile i otklonile), s čim se omogućava da prva 3 S postanu navika; 5. Ustaljivanje i samodisciplina (<i>Shitzuke</i>) - održavanje reda prema konkretnim zaduženjima i prihvatanje predhodna 4 S kao načina rada i života. (Eliminiraju se loše navike i zaposleni sami brinu o čistoći i urednosti, bez da ih se na to podsjeća.)
--	--	--

4. Implementacija Leana u organizacije

U svojoj orijentiranosti na kupca, eliminiranje gubitaka i stvaranje vrijednosti Lean menadžment mora biti dinamičan. Implementacija Lean sustava ovisi o više čimbenika, pa sukladno tome ima više nijansi u pristupu. Prema Bhasinu za uspješnu implementaciju Leana potrebno je prilagođeno primijeniti najmanje pet alata i prihvatiti uvođenje kao dugotrajni proces [12]. Za uvođenje Lean koncepta ne postoji određena formula, već je potrebno uočiti gubitke te ih uz pomoć odgovarajućih alata otkloniti [16].

To iziskuje znanje i razumijevanje svih procesa u organizaciji. Zato je preduvjet za ostvarivanje Leana početno instruiranje zaposlenika. Potrebno je imati i odgovarajući sustav praćenja obavljenih radova, kako bi se prikupili podaci o nedostacima (greškama, kvarovima i dr.) koji su se događali (za postizanje poslovanja bez nedostataka) i kako bi se stvorila i po potrebi ažurirala baza normativa utroška vremena i materijala (za realno planiranje, usklađivanje radova, određivanje troškova i nagrađivanje zaposlenih).

Proces uvođenja Leana odvija se u nekoliko faza (mogu se podijeliti na planiranje, pripremu, uvođenje i kontrolu [17]), a na slici 5 navedeni su detaljnije razrađeni koraci.



Slika 5. Algoritam implementacije Lean upravljanja u tvrtki

Projektni zadaci timova su rješavanje određenih problema i unaprjeđenje tehnoloških procesa, a pri formiranju timova treba voditi računa o stručnim sposobnostima njihovih članova (broj članova tima ovisi o složenosti projekta, odnosno problema koji se otklanja). Pozornost treba usmjeriti na činjenicu da istovremeno korištenje previše metoda u ranoj fazi može dovesti do zbunjenosti i slabljenja zapažanja učinka pojedine Lean metode. Ipak, kako bi se nadalje poboljšale performanse organizacije tijekom stabilizacije uvedenog Lean upravljanja mogu se uspostaviti različite proaktivne metode [2]. Obvezno

treba imati na umu da se proizvodni postupak ne može promatrati samostalno, bez Lean strategije održavanja, jer pouzdanost opreme je preduvjet za provođenje Lean proizvodnje [7].

Jednom kada organizacija krene u Lean transformaciju taj proces neprekidno traje i ne može se tvrditi da je u jednom određenom trenutku završio, baš kao i proces kontinuiranog usavršavanja u radu. Uvođenje Lean koncepta prerasta u kontinuirano djelovanje (prikazano u algoritmu na slici 6) koje podrazumijeva nastavak praćenja procesa i uočavanje novih problema za koje se opet definiraju projekti i timovi za njihovo rješavanje. No, Lean koncept nije moguće uvesti samo na zahtjev uprave, već to zahtijeva jedan dublji pristup svih zaposlenika organizacije. "Vitkost" mora biti "filozofija življenja" organizacije. Za postizanje, kao i očuvanje svih unaprjeđenja, uvijek je bitno stvoriti odgovarajuću organizacijsku kulturu koja će prihvaćati i podržavati promjene koje implementacija donosi. Jedan od najvećih izazova koji stoji pred menadžmentom je radikalna transformacija organizacijske kulture za osiguranje sveukupnog sudjelovanja zaposlenika u unaprjeđenju poslovanja. Kako bi se olakšala implementacija bilo koje strategije unaprjeđenja menadžment treba razviti program djelotvornog nagrađivanja (motiviranja), izgraditi osjećaj vlasništva kod zaposlenika (prema opremi s kojom rukuju, kao i prema cijeloj tvrtki, da bi iskreno stremili njenom uspjehu) te unaprijediti komunikacije i povjerenje. Izgradnji kulture kontinuiranog unaprjeđenja i Kaizena organizacija može doprinijeti demonstrirajući spremnost za prihvaćanje promjena na radnom mjestu i poticanjem zaposlenika da daju svoje sugestije.

5. Gubici kod izvođenja radova na građevinama i moguća poboljšanja s Leanom

Izvođenje građevinskih, pripremno-završnih, instalacijskih i drugih radova na građevinama karakterizira projektna orijentiranost (uvijek su jedinstveni) i rad za unaprijed poznatog kupca, tj. investitora. Također, odvijaju se pretežito na privremenim radilištima (gradilištima) i na otvorenom (utjecaj vremenskih prilika). Njihov proizvod - građevina je nepomičan, pa se stalno moraju pomicati radnici i strojevi, a izvedba je dugotrajna i u nju je uključen veći broj sudionika s različitim vrstama radne snage, strojeva i materijala.

Pri izvođenju građevina uobičajene aktivnosti bez kojih se ne može, a s kojima se ne stvara vrijednost (iako stvaraju troškove) su: pripremno-završni radovi na gradilištu, čuvanje gradilišta, promjene radnih mjesta, prilagođavanje stroja konstrukciji, promjene potrošnih dijelova strojeva i alata, održavanje sredstava rada, poduzimanje mjera zaštite na radu, rad uprave gradilišta, prijevoz radnika itd.

Kod izvođenja ovih radova (ovisno o projektu) postoje gubici vremena (tj. zastoji) i materijala. Zastoji se prema naravi mogu razvrstati na prirodne (zbog nepogodnih vremenskih uvjeta i sl.), tehnološke (zbog promjene radnih mjesta, neujednačene potrebe za korištenjem resursa, promjene presjeka konstrukcije itd.), organizacijske i one vezane za rad strojeva i za rad radnika. Zastoji prve dvije naravi ne mogu se izbjeći, ali se treba pobrinuti da ne budu neopravdano veliki. Ostali, uklonjivi uzroci gubljenja vremena su: nedostaci materijala, energije, rezervnih dijelova, zakrčenost radnog mjesta, loš raspored na gradilištu, loša organizacija radnog mjesta, neusklađenost radnih procesa, kvarovi (loše

održavanje opreme i strojeva), loš izbor resursa za rad, nedovoljna zaštita na radu i obučenost radnika, kršenje radne discipline, loši međuljudski odnosi, nemotiviranost, loša organizacija radnog vremena, loše planiranje, kontrola i općenito rukovođenje, manjkavosti tehničke dokumentacije i dr. Gubici vremena kod građenja veći su nego produktivno vrijeme (57%), što je puno više nego u tvorničkoj proizvodnji (gdje su 12% od ukupnog vremena) [18]. Neizbježni gubici materijala najviše su vezani za svođenje standardnih dimenzija na mjere potrebne za ugradbu, a uklonjivi gubici uglavnom su uzrokovani neprimjerenom manipulacijom i transportom, lošim izborom materijala, pretjeranim nagomilavanjem, nestručnim i nemarnim rukovanjem, odnosno neracionalnom uporabom, korištenjem neodgovarajućih strojeva i alata itd. Prema u 2. poglavlju opisanoj Lean podjeli gubitaka na gradilištima se često mogu uočiti primjeri navedeni u tablici 3.

Tablica 3. Gubici do kojih često dolazi kod izvođenja radova na građevinama

Vrsta gubitaka	Učestali slučajevi na gradilištima
Prekomjerna proizvodnja	– izvođenje radnih operacija koje nisu neophodne (zbog neznanja/nestručnosti i nepotpunih, netočnih ili nepravodobnih informacija)
Prekomjerna obrada	– uporaba prekapacitiranih strojeva (loše izabranih)
Nepotrebni pokreti	– kod lošeg rasporeda strojeva i deponija materijala i nedovoljne obučenosti
Greške/Škart	– loše izvedeni radovi (zbog nestručnosti ili pogrešnih informacija) koji zahtijevaju dodatno trošenje vremena i materijala za popravke
Zalihe	– prekomjerne zalihe koje su "zamrznuti kapital" podložan oštećivanju i krađi i koje nepotrebno povećavaju troškove skladištenja i zauzimaju prostor
Čekanje	– na materijale, rezervne dijelove, na strojeve, na radnike, na završetak radova koji se prethodno moraju obaviti, kao i čekanje na dozvole, rezultate kontrole i informacije (npr. u svezi izmjena i dopuna izvođenog projekta) - kada se gubi radno vrijeme koje se plaća
Transporti	– nepotrebni prijenosi materijala (zbog lošeg rasporeda na gradilištu i loše komunikacije)
Održavanje	– zbog lošeg održavanja strojevi i oprema se kvare i imaju kraći vijek uporabe

Takvi gubici se sigurno mogu, ako ne potpuno izbjeći, onda znatno smanjiti boljim planiranjem (u okviru pripreme građenja izrađuje se izvedbeni projekt organizacije građenja u sklopu kojega su vremenski planovi odgovarajuće razine detaljnosti i optimalizirani glede roka i troškova te potreba za resursima), boljim rukovođenjem i pozitivnim doprinosom operativnih radnika. Serijska proizvodnja nije svojstvena građevinarstvu, ali se u cilju snižavanja troškova može težiti cikličnom (taktom) odvijanju radova po pojedinim prostornim jedinicima građevine. Obilasci gradilišta od strane rukovoditelja pridonose potrebnom održavanju discipline i mogu uroditi idejama za unaprjeđenje. Pristupačnost informacija može se poboljšati BIM-om (*Building Information Modeling* - modeliranje informacijskog sustava tijekom cijelog životnog vijeka građevine) i uporabom suvremenih IT-a.

Primjena Lean procedura i alata razlikuje se ovisno o tome da li se radi o projektiranju službi pripreme, izvođenju radova na gradilištu ili u centralnim pogonima (armiračnici, pogonu za proizvodnju montažnih elemenata i dr.) i skladištima tvrtke, ali uvijek treba slijediti osnovna načela Lean menadžmenta. To znači da treba istražiti procese u cilju smanjenja nepotrebnih troškova i ostalih gubitaka. Nakon mapiranja toka materijala i informacija obavljaju se poboljšanja primjenom odgovarajućih Lean alata i metoda. Među

zaposlenicima treba stvoriti odgovarajuću radnu atmosferu i usvojiti standardni način obavljanja radova. Sustav povlačenja ovdje se odnosi na nabavu potrebnih inputa te usklađeno odvijanje procesa i uključivanje kooperanata. U težnji za savršenstvom kreiraju se procedure za trenutno otkrivanje problema i provodi se kontinuirano učenje [4, 19].

Obzirom na navedene, učestale gubitke nameće se potreba za primjenom Lean metoda i alata, poglavito JIT-a (podrazumijeva povlačenje ili dostavu inputa narednih vrsta radova točno u trenutku kada je to potrebno), Kaizena, Kanbana i 5 S-a. Uvođenje TQM-a proizlazi iz potrebe tvrtke za podizanje kvalitete i ishođenje certifikata ISO 9000 [4].

Lean upravljanje kod izvođača građevinskih i drugih radova na građevinama može donijeti prednosti kao što su smanjeno administriranje, poboljšanje toka rada, bolji timski rad, smanjenje zaliha, manji utrošak materijala, bolju organizaciju radnih mjesta i prostora, kraće vrijeme rada i veću kvaliteta proizvoda/usluge [4]. Sve to čini poslovanje efikasnijim i smanjuje troškove tvrtke izvođača radova te dovodi do većeg zadovoljstva investitora.

6. Zaključak

Za poslovanje u današnjem vrlo konkurentnom okruženju sve je važnije umijeće upravljanja i to se više ne ograničava samo na proizvodnju u tvorničkim pogonima. Za to nisu neophodni, a često ni mogući veliki pomaci, nego treba kontinuirano, ustrajno poboljšavanje na svim područjima poslovanja. Stoga treba nastojati primijeniti strategije koje su se pokazale svjetski uspješnim, ali vodeći računa o svojim specifičnostima. Problem je što se stručnjaci tehničkih struka unutar redovitog školovanja malo obrazuju iz područja upravljanja, a ta znanja im tijekom njihovog radnog vijeka postaju sve potrebija.

Na temelju prethodnih istraživanja i iskustva autora članka pri izvođenju radova na građevinama dolazi do brojnih gubitaka (rasipanja vremena i novca) koji se mogu barem umanjiti primjenom odgovarajućih Lean metoda i alata. Uspješnim Lean upravljanjem povećava se efikasnost i kvaliteta uzvedenih radova (bez dodatnih troškova), pa s tim izvođači radova mogu povećati svoju dobit i održati ili popraviti svoj položaj na tržištu.

No, Lean koncept nije samo skup nabacanih metoda i alata koji se mogu primjenjivati bilo gdje i bilo kada, nego je proces njegove implementacije jedinstven za svaku organizaciju, te se ne može samo prekopirati s jedne na drugu.

Jednom usvojena poboljšanja trebaju ući u naviku zaposlenika, ali na njima ne treba stati, jer se u poslovanju, kod svakog novog građevinskog projekta, pojavljuju novi problemi (potencijalni gubici) s kojima se treba spremno suočiti i uspješno ih riješiti.

7. Literatura

- [1] Cua, Kristy O; McKone, Kathleen E; Schroeder, Roger G. Relationships between implementation of TQM, JIT and TPM and manufacturing performance // *Journal of Operations Management* 19(2001) 6; 675-694. (ISSN 0272-6963)
- [2] Ahuja, P. S. *Handbook of Maintenance Management and Engineering, Total Productive Maintenance*. London: Springer-Verlag, 2009. (ISBN 978-1-84882- 471-3)
- [3] Bonavia, Tomas; Marin, Juan Antonio. An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain // *International Journal of Operations & Production Management*, 26 (2006), 5; 505-531. (ISSN 0144-3577)

- [4] Lacković, Zlatko. Lean građevinarstvo. Osijek: Alberta, 2017. (ISBN 978-953-7973-15-5)
- [5] Womack, P. James P; Jones, Daniel T. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation, New York: Simon&Schuster Inc, 1996. (ISBN 0-7432-4927-5)
- [6] Ohno, Taiichi. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Productivity, Portland: Productivity, Inc, 1998. (ISBN 0-915299-14-3)
- [7] Bulatović, Miodrag; Đurović, Dušan. "5 S" kao alat Lean koncepta u održavanju // *Zbornik radova 3. Konferencije "Održavanje 2014" / Jašarević, Sabahudin (ur.).* (ISSN 1512-9268). Zenica: Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici i Društvo održavalaca BiH, 11-13. 06. 2014, s. 9-18
- [8] Štefanić, Nedeljko; Tošanović, Nataša. Lean proizvodnja, Fakultet strojarstva i brodogradnje, ppt-prikaz, 2012. https://www.fsb.unizg.hr/atlantiss/upload/newsboard/20_09_2011__14682_Osnove_menadzmenta-LEAN.pdf (Pristup 18.04.2017.)
- [9] Liker, Jeffrey K; Meier, David The Toyota Way Fieldbook. New York: McGraw-Hill Professional, 2006. (ISBN 978-0071448932)
- [10] Preister, Jasna; Ivanko, Filip. Rasprostranjenost lean koncepta u hrvatskoj prerađivačkoj industriji // *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*, 9 (2011), 2; 105-122. (ISSN 1333-8900)
- [11] Rich, Nick; Bateman, Nicola; Esain, Ann; Massey, Lyn; Samuel, Donna. Lean evolution: Lessons from the Workplace. Cambridge: University Press, 2012. (ISBN 978-1107407190)
- [12] Bhasin, Sanjay; Burcher, Peter. Lean viewed as philosophy // *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(2006) 1; 56-72. (ISSN 1741-038X)
- [13] Fiat Automobili Srbija: Proizvodnja Svetske Klase: Uvod - Metodologija i alati, Kragujevac, 2010, <https://www.scribd.com/doc/61440631/FAS-Uvod-u-WCM> (Pristupljeno 17.03.2017.)
- [14] Hren, Mladen. Sustavi poslovanja – Lean menadžment, Hrvatski ogranak Međunarodne elektrodistribucijske konferencije - HO CIRED, 4.(19.) savjetovanje, Seget Donji, 11-14.05.2014, <http://www.ho-cired.hr/wp-content/uploads/2016/06/SO6-16.pdf> (Pristupljeno 9.07.2016)
- [15] Kootanaee, Akbar; Babu, Nagendra K; Talari, Hamidreza Fooladi. Just- In – Time manufacturing system: from introduction to implement // *International Journal of Economics, Business and Finance (IJEBS)*, 2(2013) 1; 7-25. (ISSN 2327-8188)
- [16] Piškor, Mario; Kondić, Veljko. Lean production kao jedan od načina povećanja konkurentnosti hrvatskih poduzeća na globalnom tržištu // *Tehnički glasnik*, 4(2010) 1-2; 37-41 (ISSN 1846-6168)
- [17] Žvorc, Mladen. Lean menadžment u neproizvodnoj organizaciji // *Ekonomski vjesnik*, 13(2013), 2; 695-709. (ISSN 1847-2206)
- [18] Remon, Fayek Aziz; Sherif, Mohamed Hafez. Appleing lean thinking in Construction an performance improvement // *Alexandria Engineering Journal*, 52(2013) 4; 679-695. (ISSN 1110-0168)