

POBOLJŠANJE PROCESA RAZVOJA HARDVERA UVOĐENJEM PRINCIPIA AGILNIH METODOLOGIJA NA PRIMERU INFO-ZABAVNIH SISTEMA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI**HARDWARE DEVELOPMENT PROCESS IMPROVEMENT VIA INTRODUCING THE PRINCIPLES OF AGILE METHODOLOGIES ON THE EXAMPLE OF IN-VEHICLE INFOTAINMENT SYSTEMS**

Jovana Vučković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSKI MENADŽMENT

Kratak sadržaj – Ovaj rad istražuje poboljšanje vođenja projekata razvoja hardverskih sistema, sa posebnim fokusom na info-zabavne sisteme, u automobilske industrije kroz primenu agilnih metodologija. U teorijskom delu, analiziraju se aktuelni trendovi, bezbednosni standardi, tehničke specifikacije, tržišni zahtevi i tradicionalne metode vođenja projekata. Istraživački deo rada prikazuje prednosti agilnog pristupa i predlaže hibridni model kao rešenje za efikasnije upravljanje projektima, uz prilagođavanje specifičnostima automobilske industrije.

Cljučne reči: projekat, automobilska industrija, tradicionalni modeli upravljanja, agilne metodologije, hibridni model

Abstract – This paper explores improvements in the development of hardware systems, with a particular focus on in-vehicle infotainment systems. The theoretical section analyzes current trends in automotive industry, safety standards, technical specifications, market demands and traditional project management methods. The research section highlights the advantage of the agile approach and proposes a hybrid model as a solution for more efficient project management, adapted to specific demands of the automotive industry.

Keywords: project, automotive industry, traditional management modes, agile methodology, hybrid model

1. UVOD

Automobilska industrija predstavlja jednu od najznačajnijih sektora u globalnoj ekonomiji, odlikujući se stalnim inovacijama i razvojem tehnologija. Od samih početaka automobilske proizvodnje, hardverski sistemi igraju ključnu ulogu u obezbeđivanju funkcionalnosti i sigurnosti vozila.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. Danijela Čirić Lalić

Poslednjih godina, sa rastom kompleksnosti i integracijom novih tehnologija, hardver za automobile doživljava značajne promene. Info-zabavni sistemi, koji kombinuju informacione i zabavne funkcije, postali su neizostavni deo modernih vozila. S obzirom na to da je automobilsko tržište dosta dinamično sa čestim promenama, kompanije moraju ostati konkurentne, uz poštovanje svih bezbednosnih standarda. U tom smislu, pronalazak odgovarajuće metode upravljanja projektima postaje ključan za postizanje ciljeva i isporuku proizvoda koji odgovara definisanim standardima kvaliteta.

2. TEORIJSKI OKVIR

Projekti proizvodnje hardvera za automobile su tokom poslednjih decenija značajno evoluirali, u skladu sa tehnološkim razvojem i rastućim tržišnim zahtevima. Uvođenje elektronike u vozila učinilo je ove projekte složenijim, što je dovelo do izazova u kontekstu integracije različitih komponenti i sistema. Pored toga, strogi regulatorni standardi, postavljaju obavezujuće okvire za razvoj hardverskih komponenti. Ovi standardi zahtevaju detaljnu dokumentaciju i strogo definisane procese razvoja, od inicijalnog dizajna do testiranja, čime se osigurava poštovanje bezbednosnih aspekata.

2.1 Trenutni trendovi i zahtevi u automobilske industrije – standardi, procedure

S napredovanjem tehnologija u potrošačkoj elektronici, interaktivni komunikacioni i informacioni sistemi postaju važni delovi savremenih automobila. Rastuća potražnja za digitalnim sistemima dovela je uvođenja velikih displeja i dodirnih površina u automobile. Prognoza ukazuje na godišnji rast sektora automobilske displeja oko 6%, obuhvatajući displeje instrument table, centralne kontrolne table i displeje suvozača. Trenutni razvoj displeja u automobilske industrije fokusira se na povećanje veličine ekrana, poboljšanje rezolucije i veću fleksibilnost, pri čemu je neophodno ispuniti stroge zahteve u pogledu optičkih performansi i dugovečnosti. Ovi displeji moraju da funkcionišu u izuzetno teškim uslovima, kao što su visoke temperature i direktna izloženost ultraljubičastom zračenju, čime se osigurava kvalitet korisničkog iskustva [1].

Shodno tome, automobilska industrija mora da se pridržava brojnih standarda kako bi se osigurala bezbednost i kvalitet samog proizvoda. Standardizacija obuhvata razne aspekte, uključujući optičke karakteristike, izdržljivost i bezbednost. Standard *ISO16750* definiše zahteve za testiranje izdržljivosti komponenti u realnim uslovima, osiguravajući da displeji izdrže vibracije, udarce, kao i temperaturne promene [2]. Optičke performanse, poput kvaliteta slike i osvetljenosti, takodje podlažu strogim standardima. *IEC 60721* propisuje uslove rada komponentata, uključujući ekstremne temperature i visoku vlažnost, što je od ključne važnosti za održavanje funkcionalnosti displeja [3]. Na samom kraju, *ISO 26262* podrazumeva postavljanje okvira za razvoj koji pokriva sve aspekte, od definisanja specifikacije do proizvodnje komponenti. Shodno tome, poštovanje ovih standarda i procedura je od suštinskog značaja za razvoj pouzdanih i bezbednih automobilskih displeja koji odgovaraju potrebama savremenog tržišta [4].

3. ANALIZA TRENUTNOG STANJA

Razvoj hardverskih sistema u automobilima, uključujući info-zabavne sisteme, prolazi kroz velike promene u kontekstu povećane integracije digitalnih tehnologija i sve većih i češćih zahteva tržišta. Razvojni proces uključuje nekoliko ključnih faza – od koncepta, preko projektovanja i testiranja, do integracije i logistike, uz striktno poštovanje standarda kvaliteta i bezbednosti. Tradicionalni principi upravljanja projektima u ovoj oblasti, kao što su Vodopad i V-model, oslanjaju se na linearan pristup, gde se svaka faza detaljno planira i dokumentuje kako bi se osigurala kontrola nad celim procesom. Osnovni cilj tradicionalnog pristupa odnosi se na jasno definisanje svake faze pre samog početka projekta, svaka sa specifičnim zadacima i odgovornostima.

3.1 Vodopad model

Vodopad model je jedan od najčešće korišćenih tradicionalnih pristupa u razvoju hardvera. Karakteriše ga sekvencijalni tok rada, gde svaka faza mora biti završena pre prelaska na sledeću. Počinje fazom prikupljanja podataka, gde se detaljno analiziraju i dokumentuju potrebe klijenta. U ovom modelu, predstavlja ključnu fazu jer naknadne promene mogu značajno negativno uticati na tok projekta. Zatim, u fazi dizajna, kreira se tehnički plan, uključujući sve potrebne specifikacije za sam razvoj. U fazi implementacije vrši se izrada komponenti na osnovu prethodno definisanog dizajna, dok se u fazi testiranja proizvod proverava kako bi se osiguralo da sve komponente rade u skladu sa zahtevima. Nakon uspešno završenog testiranja, sistem se integriše i predaje klijentu, nakon čega sledi faza održavanja kako bi se osigurala dugoročna funkcionalnost [5]. Iako ovaj model pruža jasnu strukturu razvoja, ograničen je u kontekstu fleksibilnosti, posebno kada je potrebno brzo reagovanje na promene tokom samog razvoja.

3.1 Lean

Lean pristup proizvodnje se temelji na principima potpune eliminacije aktivnosti koje ne dodaju vrednost u proizvodnom procesu. Umesto oslanjanja na velike količine zaliha, ovaj pristup teži optimizaciji procesa eliminisanjem viška zaliha, perioda čekanja i nepotrebnih troškova transporta. Jedan od ključnih elemenata je *Just-In-Time* metod, koji omogućava proizvodnju i isporuku proizvoda tačno kada su potrebni. Ovaj sistem održava niske nivoe zaliha i povećava fleksibilnost, omogućavajući prilagođavanje proizvodnje u realnom vremenu prema potrebama tržišta [6]. Iako poboljšava efikasnost, može biti manje efikasan pod uticajem spoljnih dešavanja, kao što su poremećaji u lancima snabdevanja, što se pokazalo tokom pandemije COVID-19.

4.1. Identifikacija ključnih faza u procesu razvoja displeja

Sama proizvodnja hardverskih sistema, konkretno displeja za automobile, sastoji se od nekoliko ključnih faza, koje obezbeđuju kvalitet i funkcionalnost proizvoda.

- *SMT* linija
- *PCBA* linija
- Lepljenje stakla na ekran
- Pre-assembly linija
- Finalna montaža i testiranje

Razvoj automobilske elektronike zahteva pažljivo upravljanje svim fazama projekta, uz neprekidno praćenje i usklađivanje sa relevantnim standardima i regulativama. Ključna je i sinhronizacija među različitim timovima, kao što su razvoj, proizvodnja, kvalitet i logistika. Efikasna komunikacija među timovima osigurava usklađenost svih aspekata projekta, što rezultira proizvodom visokog kvaliteta, spremnim za tržište.

4. AGILNE METODOLOGIJE

Agilne metodologije su se razvile kao odgovor na izazove tradicionalnog upravljanja projektima, posebno u softverskom razvoju. Grupa stručnjaka, 2001. godine, stvorila je Agilni manifest, definišući ključne principe za efikasnije vođenje projekata. Ove metodologije omogućavaju timovima brže reagovanje na promene, stavljajući fokus na zadovoljstvo korisnika kroz kontinuirano poboljšanje i brzu isporuku funkcionalnih delova. Naglašavaju iterativan rad, gde se veliki zadaci razlažu na manje delove, omogućavajući brzu adaptaciju i rešavanje rizika, čime se osigurava visok kvalitet i produktivnost [7].

4.1. Scrum

Scrum je agilan okvir za upravljanje projektima koji poboljšava efikasnost razvojnog procesa i omogućava brzu adaptaciju na promene. Ovaj okvir se sastoji od timske saradnje, a tim obično broji od 5 do 10 članova, uključujući *Scrum* mastera, vlasnika proizvoda i programere. Proces započinje prikupljanjem zahteva od korisnika, a zatim se definišu ciljevi koji se ispunjavaju

tokom dvonedeljnog perioda, poznatog kao sprint. Na kraju svakog sprinta, tim održava pregled rezultata kako bi demonstrirao postignuto i prikupio povratne informacije od relevantnih učesnika. Ovaj pregled omogućava analizu napretka i planiranje narednih koraka. Takođe, nakon završetka sprinta, sprovodi se retrospektiva koja identifikuje uspešne aktivnosti i oblasti za poboljšanje. *Scrum* se koristi ne samo u softverskoj industriji, već i u drugim sektorima, poput bankarstva, zdravstva i automobilske industrije, zahvaljujući svojoj fleksibilnosti i sposobnosti da brzo isporučuje visoke kvalitetne rezultate [8]. Ovaj pristup omogućava timovima da se brzo prilagođavaju potrebama tržišta i korisnicima, čime se osigurava kontinuirano poboljšanje i zadovoljstvo krajnjih korisnika.

5. PREDLOG REŠENJA

Prilagođavanje agilnih metodologija projektima u automobilske industrije predstavlja značajan izazov pre svega zbog složenosti i rigidnosti procesa koji se koriste u proizvodnji hardverskih komponenti. Da bi se odgovorilo na ovaj izazov, predloženo je rešenje u vidu hibridnog modela upravljanja projektima koji integriše prednosti agilnih principa, poput fleksibilnosti i brze reakcije na promene, sa disciplinovanim i strukturiranim procesima koji su karakteristični za hardversku proizvodnju. Osnovni cilj ovog predloženog, hibridnog rešenja, jeste pružanje veće efikasnosti i prilagođavanja, uz istovremeno praćenje standarda kvaliteta i bezbednosti, koji su sastavni deo automobilske industrije.

Bitno je napomenuto da se u ovom rešenju javljaju uloge koje su standardne u proizvodnji – procesni inženjeri, inženjeri kvaliteta, tehničari kvaliteta, logistika, kao i menadžeri proizvodnih linija. Svaka proizvodna linija ima svog procesnog inženjera koji je zadužen za nadzor procesa koji se obavljaju na istoj, fokusirajući se na unapređenje metoda i rešavanje tehničkih problema. Kada je reč o inženjerima kvaliteta, kontrolišu svaki aspekt proizvodnog procesa kako bi se osiguralo da kako poluproizvodi, tako i sami proizvodi, ispunjavaju visoke standarde kvaliteta, kroz kontinuiranu verifikaciju usklađenosti proizvoda sa specifikacijama i regulativama automobilske industrije. Pored njih, tehničari kvaliteta pružaju podršku u svakodnevnom aktivnostima na proizvodnoj liniji, kao i izvođenju različitih testova i inspekcija poluproizvoda odnosno proizvoda, obezbeđujući na taj način otklanjanje svih nedostataka u ranim fazama. Pored njih, odgovornost menadžera proizvodnih linija ogleda se u obezbeđivanju da se proizvodni proces odvija u skladu sa planiranim rasporedom, definisanim količinama i zahtevanim nivoom kvaliteta, a pored toga, upravlja i resursima i učestvuje u koordinaciji timova. Logistički deo tima je zadužen za upravljanje tokovima materijala i obezbeđivanje pravovremene isporuke komponenti i alata na proizvodne linije, što je ključno za neprekidan tok proizvodnje kao i minimizaciju zastoja.

Hibridni model predstavlja posebnu ulogu u vidu menadžera proizvoda, koja se oslanja na koncept vlasnika proizvoda iz softverskih projekata. Menadžer

proizvoda koordinira aktivnosti tima i osigurava da proizvod ispunjava strateške i tehničke ciljeve kompanije. Osim nadzora nad proizvodnim procesom, menadžer proizvoda aktivno identifikuje potrebe kupaca, prati tržišne trendove i prilagođava proizvodnju radi maksimalne efikasnosti i kvaliteta. Menadžer proizvoda takođe igra ključnu ulogu u upravljanju rizicima, gde tradicionalni sastanci služe za definisanje prioriteta i rešavanje potencijalnih problema.

Sam proces proizvodnje je podeljen u tri faze – početna faza projekta, faza proizvodnje prototipa i masovne proizvodnje i poslednja, završna faza.

Početna faza projekta postavlja jasne temelje, uključujući definisanje merljivih ciljeva, koji se usklađuju sa zahtevima klijenata i zainteresovanih strana. Kontinuirana komunikacija sa klijentima je od presudnog značaja, jer povratne informacije direktno utiču na specifikacije proizvoda, uključujući veličinu displeja, rezoluciju i kvalitet osvetljenja. Nakon definisanja zahteva, sledi planiranje resursa, uključujući alokaciju ljudskih i finansijskih sredstava. Tokom ovog procesa, jasno se definišu uloge i odgovornosti članova tima, kao i vremenski okviri za proizvodnju, što osigurava usklađenost sa dinamikom projekta. Na kraju ove faze, vrši se retrospektiva kako bi se proverilo da li su svi aspekti ispunjeni unutar realističnih vremenskih rokova. Ovaj pregled omogućava identifikaciju potencijalnih rizika ili problema koji bi mogli uticati na naredne faze projekta.

Sledeća faza jeste proizvodnja prototipa i prelazak na masovnu proizvodnju. Ova faza predstavlja ključni deo hibridnog modela, kombinujući tradicionalne i agilne principe, kako bi se postigao strukturiran tradicionalan pristup uz fleksibilnost u prilagođavanju na tržišne promene, uz poštovanje standarda automobilske industrije.

Kada je reč o proizvodnji prototipova, cilj jeste testiranje i verifikacija tehničkih specifikacija i funkcionalnosti displeja. Umesto jednog prototipa, hibridni model podrazumeva razvoj više prototipova poluproizvoda sa različitim varijantama, što omogućava istovremeno testiranje više mogućnosti i brže rešavanje problema. Pored toga, redovna interna testiranja identifikuju potencijalne nedostatke u dizajnu. Određene količine prototipova šalju se i klijentima na eksterno testiranje. Iako su koraci razvoja jasni, neophodna je organizacija manjih proizvodnih celina, s ciklusom od četiri nedelje. Uključivanje klijenata omogućava dobijanje povratnih informacija, što pomaže timovima da prilagode proizvodne procese.

Nakon uspešne validacije prototipa, projekat ulazi u fazu masovne proizvodnje, gde je ključno implementirati standardizovane procese za osiguranje kvaliteta. Menadžeri proizvodnih linija i menadžer proizvoda nadgledaju operacije kako bi obezbedili usklađenost sa standardima. Tradicionalni principi upravljanja, kao što su *Lean Manufacturing* i *Six Sigma*, optimizuju resurse i smanjuju otpad. Lean se fokusira na eliminaciju neefikasnosti, dok *Six Sigma* minimizira varijabilnost i poboljšava kvalitet. U ovoj fazi, uvode se

dnevni jutarnji sastanci na kojima prisustvuju predstavnici svih timova, uključujući inženjere svake proizvodne linije, menadžere proizvodnih linija, inženjere kvaliteta, predstavnika logistike i menadžera proizvoda. Glavni cilj ovih sastanaka je pružanje kratkog, ali preciznog pregleda trenutnog stanja proizvodnje za taj dan. Timovi analiziraju proizvodni plan i identifikuju potencijalne rizike, bilo da se radi o tehničkim problemima, logističkim kašnjenjima ili nedostacima u materijalima. Na ovaj način, omogućava se rano prepoznavanje i brzo reagovanje na probleme, čime se smanjuje rizik od ozbiljnih odstupanja u kasnijim fazama. Kako bi se odgovorilo na stalno promenljive zahteve tržišta i brzi tehnološki razvoj u automobilske industriji, ključno je usvojiti fleksibilne proizvodne procese. Samim tim, proizvodnja poluproizvoda u ograničenim serijama omogućava testiranje u realnim uslovima, čime se prikupljaju povratne informacije od krajnjih korisnika. Kroz ovaj dinamični pristup, koji integriše agilne metodologije kao što su iterativno testiranje i brza reakcija na povratne informacije, timovi su u mogućnosti da donose odluke zasnovane na podacima o proizvodnji i performansama.

Završna faza predstavlja isporuku proizvoda klijentima. Ova faza obuhvata završetak masovne proizvodnje, sistematsko pakovanje proizvoda, upravljanje logistikom i komunikaciju s krajnjim klijentima. Nakon završetka masovne proizvodnje, gotovi proizvodi su spremni za klijentovo finalno testiranje i verifikaciju, koja osigurava tehničku ispravnost i funkcionalnost u okviru sistema vozila. Isporuka zahteva pažljivo pakovanje koje štiti proizvode tokom transporta, uključujući korišćenje kvalitetnog ambalažnog materijala kako bi se izbegla oštećenja. Logistički timovi organizuju transport, upravljaju zalihama i planiraju isporuku, koristeći napredne softverske sisteme za praćenje pošiljki u realnom vremenu. Pored toga, klijenti su redovno obaveštavani o statusu isporuke kako bi mogli brzo reagovati na eventualne probleme. Nakon uspešne isporuke, klijenti vrše finalnu verifikaciju proizvoda. Timovi zatim sprovode retrospektivu, analizirajući celokupni proces proizvodnje kako bi identifikovali uspehe i mogućnosti za poboljšanje. Ovaj pristup omogućava kontinuirano unapređenje proizvodnih i logističkih procesa, čime se osigurava veći kvalitet i zadovoljstvo klijenata u budućim ciklusima proizvodnje.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu istražena su unapređenja u razvoju hardverskih sistema u automobilske industriji, sa posebnim naglaskom na primenu određenih principa agilnih metodologija. Analizom aktuelnih trendova, bezbednosnih standarda i tehničkih specifikacija identifikovani su ključni izazovi s kojima se industrija suočava usled brzih promena i inovacija. Savremeni zahtevi tržišta, zajedno s dinamikom razvoja info-zabavnih sistema, naglašavaju potrebu za fleksibilnijim i adaptivnijim modelima upravljanja projektima. Iako su tradicionalne metode uspešno korišćene, često pokazuju ograničenja u odgovoru na nestabilne zahteve i promenljive uslove na tržištu. U tom kontekstu, hibridni

model se ističe kao efikasno rešenje, kombinujući prednosti tradicionalnih i agilnih pristupa. Predloženi hibridni model upravljanja projektima ne samo da osigurava usklađenost sa industrijskim standardima i zahtevima, već i povećava efikasnost i kvalitet u razvoju hardvera.

8. LITERATURA

- [1] Straub, Bernhard, and A. G. Daimler. "Automotive Displays-Increasing and Challenging Market." 2018 25th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD). IEEE, 2018.
- [2] Hermann, David S. "Automotive displays-trends, opportunities and challenges." 2018 25th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD). IEEE, 2018.
- [3] Vitale, Vito, et al. "New set of standards for the qualification of instruments towards extreme conditions." (2018).
- [4] Helmig, Ekkehard. "ISO 26262-Functional Safety in Personal Vehicles: Responsibilities and Liabilities of Functional Safety Managers." J. url: https://www.rahelmig.de/fileadmin/docs/publikationen/ISO_26262_Liability_Functional_Safety_Managers.pdf (besucht am 06. 07.2021) (2021).
- [5] McCormick, Mike. "Waterfall vs. Agile methodology." MPCs, N/A 3 (2012): 18-19.
- [6] Rico, David F. "Lean and agile project management: for large programs and projects." International Conference on Lean Enterprise Software and Systems. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [7] Sharma, Sheetal, Darothi Sarkar, and Divya Gupta. "Agile processes and methodologies: A conceptual study." International journal on computer science and Engineering 4.5 (2012): 892.
- [8] Sutherland, J. (2014). "Scrum: the art of doing twice the work in half the time." Crown Business, 2014.

Kratka biografija:



Jovana Vučković rođena je 16. septembra 1999. u Novom Sadu. Master studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerskog menadžmenta (Projektni menadžment) odbranila je 2024. godine.