

GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE

**Digitalizacija evidence delokrogov Laboratorija za fiziologijo in genetiko na
Gozdarskem inštitutu Slovenije**

David Debevec, Barbara Štupar, Veronika Končan, Marko Bajc, dr. Nataša Šibanc, Rok
Damjanić

Ljubljana, 2026

Kolofon

Naslov: Digitalizacija evidence delokrogov Laboratorija za fiziologijo in genetiko na Gozdarskem inštitutu Slovenije

Avtorji dokumenta: David Debevec, Barbara Štupar, Veronika Končan, Marko Bajc, dr. Nataša Šibanc, Rok Damjanić

Sodelavci pri raziskavi: David Debevec, Barbara Štupar, Veronika Končan, Marko Bajc, dr. Nataša Šibanc, Rok Damjanić

Recenzentka: dr. Tina Unuk Nahberger

Ključne besede: eLAB, digitalizacija, laboratorij, fiziologija, genetika.

Keywords: eLAB, digitalisation, laboratory, physiology, genetics.

Kraj izdaje: Ljubljana

Založnik: Gozdarski inštitut Slovenije

Leto izdaje dokumenta: 2026

Financerji raziskave, izdaje: 1000: Infrastrukturni program IP-0404 (BAJC MARKO)

KAZALO SLIK.....	III
1. UVOD	IV
1.1 NAMEN.....	IV
1.2 CILJI	IV
2. METODE	IV
3. REZULTATI	IV
3.1 SPLOŠEN PREGLED	IV
3.1.1 Osnovne značilnosti eLAB FTW	V
3.1.2 Osnovne značilnosti FIGE eLAB	VI
4. RAZPRAVA	VII
4.1 REZULTATI DELA.....	VII
4.2 PREDNOSTI IN SLABOSTI	VII
4.3 POTEK DELA	VII
4.4 MOŽNA NADGRADNJA	VIII
5. POVZETEK	VIII

KAZALO SLIK

<u>Slika 1 Diagram poteka ali procesna shema Laboratorijev FIGE in LLA.</u>	<u>V</u>
<u>Slika 2 Začetna stran sistema eLAB FTW. V posameznih menijih so prikazani resurci in eksperimenti, pripadajoče kategorije in statusi.</u>	<u>VI</u>

UVOD

1.1 NAMEN

Povečanje števila vzorcev in z njimi povezanih analiznih postopkov v zadnjih letih je glavni razlog, da je spremljanje poteka vseh procesov v papirni obliki od vstopa vzorcev v laboratorij do produciranja rezultatov in izdelave končnih poročil iz določenega vidika postalo težko obvladljivo in nepregledno. Otežen pregled nad celotnim potekom dela v laboratoriju, tako na letni ravni kot tekom več-let trajajočih projektov botroval potrebi po razvoju učinkovitejšega, digitalnega sistema. Sistema eLAB FTW in FIGE eLAB sta nastala z namenom olajšanja pregleda nad velikim številom vzorcev in analiz eksperimentov (ekstrakcij, amplifikacij DNA, čiščenj, meritev koncentracij, ...) v Laboratoriju FIGE. Njun namen je torej z digitalizacijo olajšati pregled nad celotnim potekom dela v laboratoriju FIGE, poenostaviti pripravo seznamov, vodenje evidenc, zaloge, stroškovnih mest in projektov, pripravo končnih poročil eksperimentov (analiz) in poročil projektov.

1.2 CILJI

- Olajšati sledenje in pripravo seznamov.
- Ohraniti sledljivost vzorcev.
- Izboljšati celostni pregled nad vzorci in potekom dela v laboratoriju.
- Vzpostaviti sistem za vodenje porabe in nabave potrošnega materiala.
- Z upoštevanjem lastnosti trenutnega, dobro vpeljanega sistema, zagotoviti lagoden prehod na nov sistem.

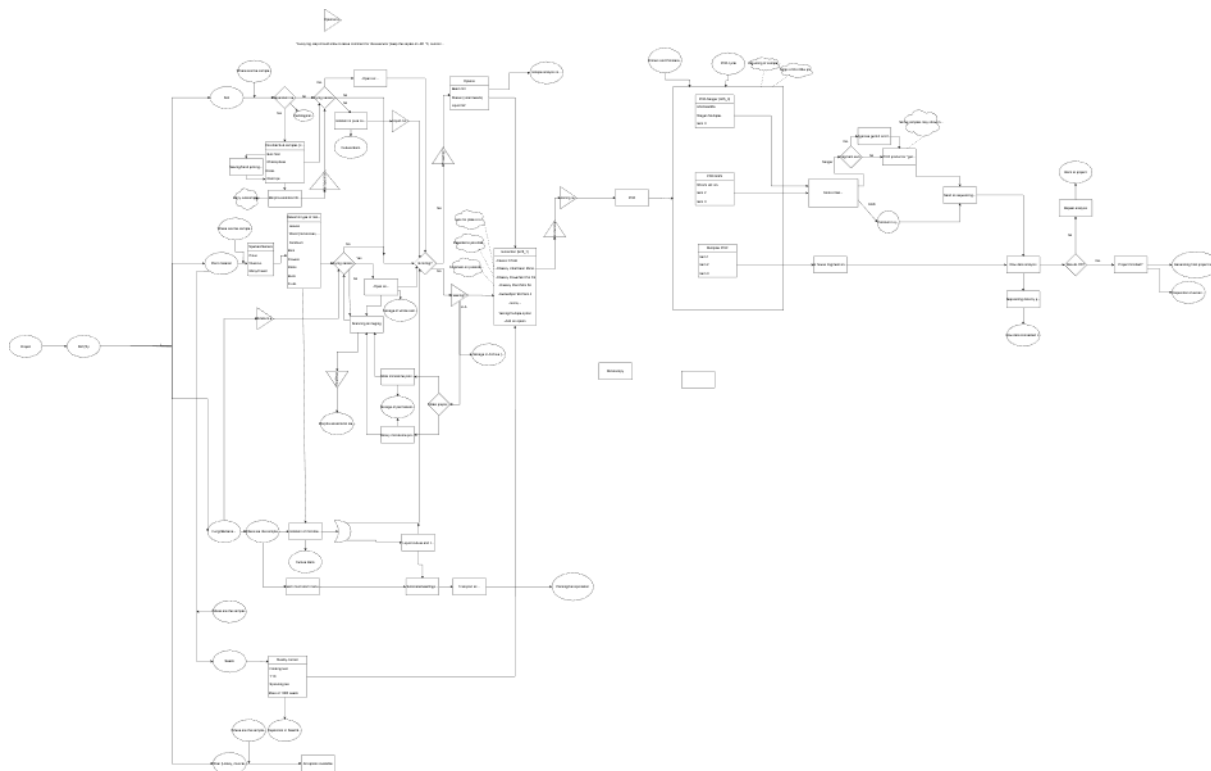
1. METODE

Na sestankih smo najprej opisali trenutno stanje in obstoječi sistem dela, ter pripravili diagram poteka večine procesov pri delu z vzorci z uporabo orodja draw.io v26.1.1 (<https://www.drawio.com/trust/>). Ob tem smo opredelili razloge za digitalizacijo in okvirno oblikovali delovne cilje ter želje. Na podlagi idejne zasnove smo analizirali cenovno ugodne rešitve za digitalizacijo, ki so že na tržišču in nato preučili izbrani sistem eLAB FTW. Prilagoditve in nadgradnje sistema smo specificirali sproti tekom razvoja. Kot podporo sistemu eLAB FTW smo razvili FIGE eLAB, ki omogoča dodatne funkcije, katerih osnovni eLAB FTW ni podpiral. Nadgradnje smo ažurno testirali, dokumentirali in odpravili napake ter zabeležili možnosti in predloge za nadaljne izboljšave.

2. REZULTATI

3.1 SPLOŠEN PREGLED

Z orodjem draw.io smo pripravili pregled večine procesov in možnih poti vzorcev v laboratorijih FIGE in LLA (Laboratorij za lesno anatomijo). S tem smo v večini zajeli in orisali potek dela v laboratoriju (Slika 1).



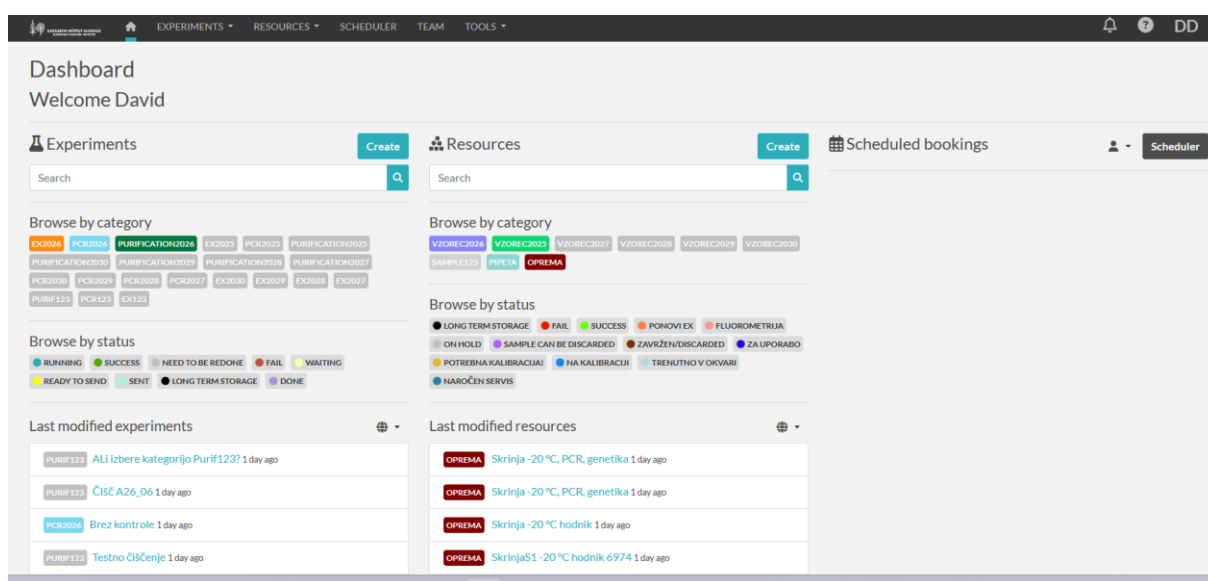
Slika 1 Diagram poteka ali procesna shema Laboratorijev FIGE in LLA.

Analiza trga je kot najbolj optimalno možnost za digitalizacijo pokazala sistem eLAB FTW. Platforma je brezplačna, ima že izdelano podatkovno bazo, možnost ustvarjanja računov za uporabnike, omogoča sistemsko beleženje vzorcev, naprav in eksperimentov (postopkov), ima dobro izdelana iskalna orodja ter izgrajen sistem filtriranja, označevanja, povezovanja posameznih komponent, komentiranja in obveščanja. Kljub vsem navedenim značilnostim, smo glede na naše potrebe odkrili določene pomankljivosti oziroma možnosti, ki jih sistem eLAB FTW ni omogočal. V sistemu FIGE eLAB smo zato izgradili sistem, ki omogoča enostavnejšo izdelavo seznamov in povezovanje vzorcev in eksperimentov, pripravili pregled projektov in metoda, ki jih uporabljamo v Laboratoriju FIGE in vzpostavili sistem vodenja zaloge.

3.1.1 Osnovne značilnosti eLAB FTW

Za dostop do sistema mora imeti posameznik v sistem dodan uporabniški račun in geslo, kar prispeva k varnosti in zaščiti neavtoriziranih dostopov do podatkov. Glavna pojma sistema eLAB FTW so viri (resources) in eksperimenti (experiments). Obe skupini imata definirane kategorije (Slika 2). V skupino virov ("resource-ov") spadajo vzorci, naprave (možnost rezervacije), pripomočki ipd., ter v skupino eksperimentov ekstrakcije

DNA/RNA, verižna reakcija s polimerazo (PCR) in čiščenja PCR produkta. Evidenca vzorcev in eksperimentov je ločena po posameznih letih, pri čemer se za vsako koledarsko leto ustvari nova kategorija (VZOREC2025, VZOREC2026, ...). Vzorci in eksperimenti dobijo tako ob vnosu v sistem poleg identifikacijske oznake, ki je zapisana v bazi (ID) tudi svojo digitalno oznako (custom ID), ki je vezana na kategorijo. Prvi vzorec, eksperiment v danem letu (npr. v kategoriji VZOREC2025) torej dobi digitalno (custom) ID s številko "1" (VZOREC2025_01), naslednji številko "2" (VZOREC2025_02) in dalje. Tako ID kot custom ID zagotavljata sledljivost. Vsaka entiteta sistema ima poleg naslova oziroma imena, ID-ja in custom ID-ja še dodan datum vnosa v sistem, kategorijo in lastnika oziroma uporabnika oziroma lastnika, v sistem vnešene entitete. Hkrati lahko določimo dodatne lastnosti, kot so status (lahko ima samo enega naenkrat), oznake (tags-vsaka entiteta jih lahko ima poljubno mnogo), oceno (rating), kalibracijski interval in drugo. Željeno je, da je vsaka vnešena lastnost karsedainformativna, povezovalna in logična, ker na ta način olajša iskanje in filtriranje. Vsak vir ("resource") ali eksperiment ima lahko še druge informacije, ki so zapisane v telesu oziroma glavnem meniju. S klikom na ime entitete dostopamo do glavne vsebine ("main body"). Tu dodajamo in urejamo besedilo, tabele, slike, korake, nastavimo rok izvedbe in obvestila, nalagamo priponke, ustvarjamo direktne povezave na druge vire in eksperimente ter upravljamo pravice dostopa in urejanja vsebine.



Slika 2 Začetna stran sistema eLAB FTW. V posameznih menijih so prikazani viri (»resource-i«) in eksperimenti, pripadajoče kategorije in statusi.

3.1.2 Osnovne značilnosti FIGE eLAB

FIGE eLAB je nadgradnja oziroma podpora sistema eLAB FTW. Tu so zbrane vse dodatne funkcije, ki jih eLAB FTW v obodju nastanka ni omogočal. Sistem FIGE eLAB se deli na več razdelkov (strani). Pod razdelkom »eksperimenti« nalagamo sezname za

ekstrakcije, pomnoževanja DNA in čiščenja PCR produkta, skratka eksperimente, na podlagi katerih se v eLAB FTW nato generira nov eksperiment ustrezne kategorije. Razdelek »Šifranti« omogoča pregled nad projekti, uveljavljenimi molekularnimi metodami laboratorija FIGE ter pripadajočimi analiznimi parametri. V razdelku »Zaloga« se nahaja seznam večine artiklov (kitov, tipsov, kemikalij in drugega potrošnega materiala), njihovi dobavitelji, proizvajalci in zadnje cene ter količina artiklov na zalogi.

3. RAZPRAVA

4.1 REZULTATI DELA

Digitalizacija obstoječega sistema je bila prepoznana kot uspešna. Že v zasnovi, kot tudi pri razvoju smo digitalni sistem v največji možni (in smiselni) meri prilagodili značilnostim do sedaj vpeljanega sistema in s tem omilili prehod iz papirnega na virtualni sistem. S pomočjo digitalnih označevalcev (custom ID) smo poenostavili pripravo seznamov in zmanjšali verjetnost človeških napak pri čemer smo ohranili sledljivost in izboljšali povezovanje med vzorci in eksperimenti. Napredna iskalna okna tako v sistemu eLAB FTW kot v sistemu FIGE eLAB so omogočila bolj celosten, predvsem pa znatno hitrejši pregled nad vzorci in celotnim dogajanjem v laboratoriju FIGE. Vpeljali smo sistem vodenja porabe in nabave artiklov in s tem olajšali proces naročanja. Zaradi možnih izpadov električnega napajanja, težav z omrežjem, preprečevanja izgube podatkov in sledljivosti ter drugih možnih pripetljajev ostaja glavnina sistema (kot do sedaj) tudi v tiskani obliki.

4.2 PREDNOSTI IN SLABOSTI

Digitalizacija sistema je doprinesla k boljši sledljivosti poteka procesov v Laboratoriju FIGE, olajšala pregled nad vzorci in z njimi povezanimi analizami, komunikacijo med laboratorijskim osebjem in raziskovalci ter izboljšala dokumentiranje izvedenih postopkov (možnost dodajanja slik in drugih datotek ter komentiranja). Hkrati smo tako na novo vzpostavili sistem vodenja porabe in nabave artiklov ter kalibracij laboratorijske opreme. Shranjevanje podatkov v digitalni obliki kljub lažji dostopnosti, spremlja določena stopnja tveganja zaradi možne izgube podatkov. Lažja dostopnost poveča tveganje za zlorabe ali krajo podatkov, za kar smo primorani ubrati določene pristope zagotavljanja zaščite letih. Avtomatizacija na eni strani zmanjša možnosti za nastanek napak, predvsem pri pripravi seznamov, hkrati je lahko preveliko zaupanje v nezmotljivost sistema razlog za površnost. Kljub nekaterim pomanjkljivostim je zaradi človeške omejenosti procesiranja velike količine podatkov digitalizacija na določeni točki praktično nujen proces, ki občutno izboljša in olajša vsakdanje delo tako raziskovalcem kot izvajalcem analiz.

4.3 POTEK DELA

Če bi se opravljene naloge ponovno lotili, bi pri celotni zasnovi in izgradnji ubrali bolj sistematičen pristop in že na začetku v celoti in do potankosti popisali želene

specifikacije, saj bi to znatno olajšalo komunikacijo med deležniki in izdelavo programske kode. Podrobno izdelane specifikacije bi lahko celo ključno vplivale na sam proces razvoja in bi sistem na novo v celoti razvili na eni platformi (FIGE eLAB).

4.4 MOŽNA NADGRADNJA

V bodočih različicah sistema eLAB laboratorija FIGE bomo za nekatere naprave in orodja dodali obvestila o kalibracijskih in servisnih rokih. Koristno bi bilo vključiti tudi vsaj teoretični preračun porabe sredstev (artiklov) iz stroškovnih mest oziroma projektov glede na število procesiranih vzorcev, kar bi omogočilo ažuren pregled stanja in vodjam projektov ponudilo boljšo podlago pri strateškem odločanju in planiranju izvedbe projektov. V eLAB bi lahko v večji meri vključili tudi ostale, vmesne analize, ki niso ključnega pomena za končne analize (npr. meritve koncentracij DNA, meritve encimske aktivnosti in drugo) in na podlagi le-teh razvili avtomatiziran ali pol-avtomatiziran sistem za odločanje o nadaljnjih postopkih oziroma ukrepih. Možnosti za razvoj je gotovo veliko.

4. POVZETEK

Z eLAB FTW in FIGE eLAB smo dozdajšnji "papirni" sistem vodenja evidenc uspešno prenesli v digitalno obliko. Prilagojenost digitalnega sistema takrat obstoječemu je olajšala prehod iz papirne v digitalno ali bolje rečeno hibridno obliko. Možnosti za nadgradnje v prihodnje vsekakor ostajajo odprte, z vpeljavo novih metod pa sistem nikoli ne bo v celoti izgrajen, saj je digitalizacija agilen pojem, ki označuje proces in ne enkratni dogodek.