

<https://doi.org/10.32762/zt.2025.3>

Nastanak i razvoj R&D laboratorija

The emergence and development of R&D laboratories

Marija Džapo¹, Silvio Bašić¹

(1) Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, mdzapo@grad.hr, sbasic@grad.hr

Sažetak

Cilj rada je s arhitektonskog gledišta istražiti povijesni razvoj laboratorija za istraživanje i razvoj (R&D lab), njegov karakter i aktivnosti koje može obuhvatiti, odnos istraživanja i razvoja, te sam program koji definira funkcionalno-organizacijsku shemu laboratorija i laboratorijske zgrade.

Laboratorije za istraživanje i razvoj će se promatrati s aspekta aktivnosti koje su podloga za određivanje projektnog programa i istražiti će se specifična obilježja po kojima se razlikuju u odnosu na laboratorije obuhvaćene podjelom prema načinu korištenja (nastavni, istraživački, analitički, razvojni laboratorij). Rezultati će pomoći u razumijevanju interakcije istraživanja i razvoja i drugih zahtjeva koji se stavljaju pred laboratorije (npr. trendovi razvoja) prilikom izrade projektnih programa i projektiranja suvremenih laboratorija.

Istraživanje je nastalo u sklopu doktorskog studija na Arhitektonskom fakultetu na temu kriterija za programiranje znanstveno-istraživačkih sadržaja.

Ključne riječi: istraživanje i razvoj, programiranje laboratorija, industrijski laboratorij

Abstract

The aim of the paper is to research, from an architectural point of view, the historical overview of the research and development laboratory (R&D lab), its character and the activities it can encompass, as well as the interaction between research and development and the program that defines the functional scheme of the laboratory and the laboratory building.

Research and development laboratories will be observed from the perspective of activities that determinete the design program and will explore specific characteristics that distinguish them from laboratories included in classification according to the type of use (teaching, research, analytical, development laboratory). The results will help to understand the interaction of research and development and other requirements placed before laboratories (e.g. development trends) when creating design programs and designing modern laboratories.

This research is a part of the doctoral study at the Faculty of Architecture on the topic of criteria for programming scientific and research facilities.

Keywords: research and development, laboratory programming, industrial laboratory

1. Uvod

Pojam laboratorij predstavlja funkcionalno-organizacijsku cjelinu opremljenu i uređenu za provedbu eksperimenata i istraživanje. Početkom 19.st na sveučilištima se osnivaju prvi laboratoriji prirodnih znanosti [1], a na prijelazu u 20. st. osim znanstvenih i istraživačkih laboratorija pojavljuje se veliki broj „industrijskih laboratorija“ [2] čija istraživanja su fokusirana na otkrića koja mogu polučiti komercijalnu vrijednost.

U literaturi nalazimo sljedeću podjelu laboratorija prema načinu korištenja:

- nastavni (praktikumi i nastavni laboratoriji),
- istraživački (temeljna i primijenjena istraživanja),
- analitički / dijagnostički, i
- razvojni [3]

Razlike u načinu korištenja, a ovisno o grani znanosti, podrazumijevaju različite programske zahtjeve i prostorno-funkcionalnu organizaciju.

Osim ovih laboratorija, koje razlikujemo prema načinu korištenja, postoje i laboratoriji kod kojih dolazi do preklapanja funkcija i sadržaja, kao što je to slučaj kod laboratorija za istraživanje i razvoj (research and development - R&D lab). To su laboratoriji usmjereni na istraživanje novih tehnologija, proizvoda, procesa ili rješenja, odnosno cilj im je unaprijeđenje znanstvenih spoznaja i stvaranje inovativnih proizvoda i usluga [4]. Razvili iz industrijskih istraživačkih laboratorija, a predstavljaju odgovor na dinamično kompetitivno gospodarsko okruženje u kojem se želi objediniti ciljne dijelove istraživačkih i razvojnih laboratorija kako bi se minimiziralo vrijeme razvoja proizvoda.

2. Pojmovi i definiranje istraživanja i razvoja

Istraživanje i razvoj obuhvaća niz aktivnosti kojima je cilj proširenje postojećeg i osmišljavanje novih primjena dostupnog znanja [5]. Na temelju provedenog istraživanja i analize literature predlaže se sljedeća sistematizacija aktivnosti u laboratorijima za istraživanje i razvoj:

- Temeljno istraživanje
- Primijenjeno istraživanje
- Eksperimentalni razvoj
- Istraživanje i razvoj
- Razvoj

Temeljno istraživanje je istraživački (ili teorijski rad) poduzet s ciljem stjecanja novih znanja o vidljivim činjenicama i temeljima neke pojave, bez neke određene primjene ili upotrebe. Istraživanja mogu biti usmjerena prema nekom širokom području od općeg interesa, s nizom mogućih primjena u budućnosti. [5]

Primijenjeno istraživanje je istraživački rad poduzet s ciljem stjecanja novih znanja i prvenstveno je usmjereno prema specifičnom, praktičnom cilju (ili objektu). [5]

Eksperimentalni razvoj predstavlja moguću fazu u procesu razvoja proizvoda. [5] Može obuhvaćati ispitivanje osnovnih fizikalnih mogućnosti ili nekog novog principa djelovanja mehanizma za neku konkretnu namjenu, ali nije nužno direktno vezano uz neki proizvod ili se samo provodi radi validacije, a nakon toga slijedi korak konkretnog prenošenja tih saznanja na razvoj proizvoda.

Istraživanje i razvoj, može obuhvaćati eksperimentalni razvoj i/ili razvoj uz testiranje ili razvoj nekog manjeg detalja. Tradicionalni modeli istraživanja i razvoja slijede linearni proces sličan fazama razvoja novih proizvoda. [4]

Razvoj koristi postojeće tehnologije i znanja da bi došli do proizvoda ili do neke nove kombinacije proizvoda; usmjeren je na praktičnu primjenu ideja nastalih tijekom istraživanja i razvoja. Ova faza uključuje stvaranje i usavršavanje proizvoda, sustava ili procesa na temelju rezultata istraživanja.

3. Povijesni razvoj R&D laboratorija

Povijesni razvoj može se promatrati kroz razvoj industrijskih istraživačkih laboratorija, a u novije vrijeme kroz razvoj istraživačkih centara koji ide prema povezivanju u veće prostorne cjeline koje nazivamo tehnološkim parkovima.

3.1. Razvoj industrijskih istraživačkih laboratorija

Krajem 18. i početkom 19. stoljeća industrijske kompanije rastu i osnivaju odjele za različite djelatnosti: proizvodnja, distribucija, financije, te istraživanje i razvoj. [6] Laboratoriji su u početku bili hibridnog karaktera: vršili su ispitivanja i mjerenja za osiguranje kvalitete, rješavali su probleme koji su se javili u proizvodnji, a bilo je i istraživanja izravno povezanih s poboljšanjem postojećih i/ili daljnjim razvojem novih proizvoda. [6]

Proučavajući povijest industrijskih istraživačkih laboratorija primjećuje se da su svi laboratoriji prošli kroz slične promjene. U nastavku je, na primjeru Philipsovog Naturkindig Laboratorium-a (Nat.Lab-a), istražen razvoj (i sadašnje stanje) jednog relevantnog R&D laboratorija. Ovaj, izvorno laboratorij za fiziku, osnovan je 1914. god. i u njemu su vršena temeljna istraživanja s ciljem poboljšanja postojećih proizvoda. [6]

U prvom dijelu povijesti (1923.-1946.) glavni cilj Nat.Lab-a je razvoj novog znanja kroz temeljna istraživanja kako bi se postigla željena diverzifikacija proizvoda (uprava tvrtke je odlučivala o uvođenju novih proizvoda). [6]

Laboratorij je ubrzano počeo rasti nakon što se preselio u četvrt Strijp u Eindhoven. Tlocrtna površina se povećala od 2.700 m² 1924. godine na 17.700 m² 1930. [6] Laboratorij je vršio mjerenja za ispitivanje kvalitete žarulje (jedni proizvod tvrtke Philips u to vrijeme) i proučavao je prirodne fenomene žarulja s ciljem poboljšanja istih. Daljnjim proširenjem asortimana proizvoda laboratorij kreće u istraživanja vezana uz ta područja. [6]

U drugom dijelu povijesti (1946.-1972.) cilj Nat.Lab.-a je razumijevanje prirodnih pojava (temeljna istraživanja) koje bi kasnije mogle biti korisna za razvoj novih i poboljšanje postojećih proizvoda. [6] Veličina laboratorija je također narasla u ovom periodu. Do 1944. tlocrtna površina Nat.Lab-a u četvrti Strijp, u Eindhoven, je bila 20.000 m², a od 1952. do 1955. tlocrtna površina je narasla s 25.620 m² na 27.920 m². Laboratorij 1963. godine seli u nove prostore u Waalre (predgrađe južno do Eindhovena). [6] Osnivaju se odjeli za nove proizvode—New Product Division (PD) od kojih je svatko imao svoje razvojne laboratorije. [6]

U trećem dijelu povijesti (1972.-1994.) ciljevi Nat.Lab-a polako se usmjeravaju prema potrebama Product Divisiona (PD-a) umjesto odražavanja vlastitih ideja o razvoju novih proizvoda (postojala je stroža selekcija poduzimanja novih istraživanja). Istraživanja su više usmjerena prema zadovoljavanju potreba tržišta, a sredstva Nat.Lab-a su postala ograničena. [6]

Razlog ovih promjena u strategiji industrijskih istraživačkih laboratorija nalazimo u gospodarskim i društvenim promjenama druge polovice 20. stoljeća. Završava razbolje gospodarskog rasta, raste svijest o negativnim učincima tehnološkog razvoja i tvrtke si više ne mogu priuštiti iznošenje bilo kakvog novog proizvoda na tržište. [6]

Krajem 1990-ih, aktivnosti istraživanja i razvoja tvrtke Philips su bile raširene po cijelom Eindhovenu. Upravni odbor tvrtke 1999. god. je odlučio uspostaviti Philips High Tech Campus, u kompleksu NatLab-a, kako bi svi razvojni odjeli bili centralizirani. [7] Philips je 2003. godine otvorio kampus drugim tvrtkama (preimenujući ga u High Tech Campus Eindhoven) s ciljem poticanja interakcije među istraživačima s različitim tehničkim predznanjem. U ožujku 2012. kampus je prodan privatnom investitoru, Philips ostaje u kampusu, ali se njegov status promijenio iz vlasnika i upravitelja u rezidenta. [7]

3.2. Razvoj tehnoloških parkova

Tehnološki park je urbanizirana cjelina sa specijaliziranim sadržajima visoke tehnologije namijenjene istraživanju, razvoju i proizvodnji. Karakterizira ih suradnja između industrije, akademske zajednice i vlada, a osnovna zadaća im je podupiranje inovativnih aktivnosti i komercijalizacija rezultata znanstvenih istraživanja. [8]

Pojavili 50-ih god. 20.st. s uspostavom Stanford Research Parka, a razvoj doživljavaju 1980.-ih god.

Ono što je u planerskom / organizacijskom smislu prepoznato kao drugačije i inovativno jest to da tehnološki parkovi zahtijevaju okruženje koje djeluje inspirativno i podupiruće za one koji razvijaju nove tehnologije. [9] Obično se smještaju na rubnim dijelovima grada ili uz sveučilišta i istraživačke institute, a funkcija parka nije ograničena samo na stvaranje i prijenos znanja, već kao inovativni urbani element ima utjecaj na lokalno i regionalno okruženje. Neke od glavnih prostornih obilježja tehnološko-istraživačkih parkova su:

smještaj uz centre znanja, dostupnost (dobra prometna povezanost), prepoznatljivost sadržaji unutar parka uz istraživačke i razvojne centre (administrativni i javni, poslovni, uslužni, stambeni, sportsko-rekreacijski, zabavni), oblikovanje prirodnog krajolika. [10]

Privukli su pozornost zato što su uspješno spojili poticajno okruženje, gospodarstvo i primjenjuju tehnologiju, a sveučilišta, vlade i privatni sektor iskoristili su ovu novu urbanu tipologiju kako bi potaknuli inovacije i razvoj. [9]

4. Budućnost i trendovi razvoja

U vrijeme globalizacije inovacija je osnovni preduvjet za gospodarski razvoj i očuvanje konkurentnosti. Pojam inovacije uključuje nova tehnološka, ekonomska, organizacijska i društvena rješenja. [11] Tijekom posljednjih desetljeća koncept inovacije postepeno se promijenio od linearnog procesa do sustava s velikim brojem različitih elemenata, pa se sada pojavljuju potpuno nove inovacije poput štedljivih inovacija ili organskih inovacija. [11]

Sukladno ovim trendovima istraživanje i razvoj prolazi kroz značajne promjene kao odgovor na pritiske da se postigne više s manje resursa i bržim tempom. Trend u nastajanju, vidljiv u korporacijama, je upotreba partnerstva, suradnje i outsourcinga kao zamjena za unutarnje istraživanje i razvoj. Sukladno tome pojavljuje se pojam otvorene inovacije koji označava situaciju u kojoj se organizacija ne oslanja samo na vlastito interno znanje, izvore i resurse

za inovacije već koristi više vanjskih izvora kao što su povratne informacije od kupaca, objavljeni patenti, konkurenti, vanjske agencije za poticanje inovacija. [12]

Danas korisnik igra ključnu ulogu u procesu inovacija, naglašena je važnost otvorenosti, suradnje i pristupa usmjerenih na korisnike budućih inovacija. [13]

Akadska zajednica je svjesna potrebe premošćivanja temeljnih istraživanja i stvarnog života te stvaranja novih oblika i formata laboratorija, poput živih laboratorija. [13] Živi laboratoriji povezuju dionike iz javnog i privatnog sektora, od tvrtki, agencija, sveučilišta, instituta i korisnika koji surađuju u stvaranju, izradi prototipova, testiranju nove tehnologije, usluga, proizvoda i sustava u stvarnom okruženju. [14]

Inovacije se sele iz istraživačkih parkova i sveučilišnih kampusa do urbanih inovacijskih četvrti – gdje urbana sredina može postati poligon za istraživanje i razvoj i eksperimentiranje (npr. testiranje pametne urbane infrastrukture); gradske četvrti mogu postati živi laboratoriji za istraživanje tehnologije koja ima društvenu ili prostornu dimenziju, posebno u području robotike, strojnog učenja i automatizirane tehnologije. [15]

5. Zaključak

Analiza laboratorija za istraživanje i razvoj u socioekonomskom kontekstu pokazuje ovisnost političkih i tržišnih utjecaja i različitih modela istraživanja i razvoja, a posljedično i istraživačkog procesa i programa laboratorija. Trenovi razvoja dovode do preklapanja funkcija i sadržaja, a laboratoriji za istraživanje i razvoj predstavljaju odgovor na kompetitivno gospodarsko okruženje u kojem se želi objediniti ciljne dijelove istraživačkih i razvojnih laboratorija kako bi se minimiziralo vrijeme razvoja proizvoda, što program čini istovremeno kompleksnijim. S arhitektonskog gledišta mogu imati kompleksnu prostorno-funkcionalnu organizaciju upravo zbog dinamičnog odnosa istraživanja i razvoja s jedne strane te političkih i tržišnih utjecaja s druge strane. Dodatno, osim što su mjesta znanstvenih otkrića i razvoja novih proizvoda njihovo planirano grupiranje može biti generator kako gospodarskog tako i prostornog razvoja bez obzira jesu li smješteni unutar urbanog gradskog tkiva ili u sklopu tehnoloških parkova.

Ovdje su analizirani odnosi istraživanja i razvoja, sam karakter laboratorija za istraživanje i razvoj i aktivnosti koje mogu obuhvatiti takvi laboratoriji, nastanak i razvoj industrijskih istraživačkih laboratorija, te novi formati budućih laboratorija koji govore o modernizaciji laboratorijske infrastrukture i pojavi novih načina razmišljanja i kulture inovacija.

Provedeno istraživanje pokazalo je da su laboratoriji za istraživanje i razvoj bili hibridnog karaktera od svojih početaka do danas, a evoluirali su od industrijskih istraživačkih laboratorija uz tvornice, preko laboratorija orijentiranih na proizvode i razvoj istraživačkih centara koji se povezuju u veće prostorne cjeline, do živih laboratorija integriranih u urbano tkivo. Istraživanje će pomoći u boljem razumijevanju suvremenih koncepata istraživanja i razvoja, a sukladno s tim i potreba laboratorija što je nužno za njihovo kvalitetno programiranje. Analiza laboratorija za istraživanje i razvoj s arhitektonskog gledišta ukazuje na promjenjive karakteristike programa koje su posljedica različitih aktivnosti i veza što može doprinijeti daljnjem istraživanju kriterija za programiranje laboratorija za istraživanje i razvoj.

Literatura

- [1] Kohler, R. E.: Lab History: Reflections, Isis, Vol. 99 No. 4, 2008. pp. 761–768. DOI: <https://doi.org/10.1086/595769>
- [2] De Vries, M. J.: Industrial Research and Development Labs: How They Inform Science and Technology Curricula, The Journal of Technology Studies, Vol. 26 No.1, 2000., pp. 64–70. DOI: [doi: 10.21061/jots.v26i1.a.10](https://doi.org/10.21061/jots.v26i1.a.10)
- [3] Dittrich, E.: *The Sustainable Laboratory Handbook: Design, Equipment, Operation*. Weinheim, 2015., Wiley-VCH Verlag GmbH&Co, DOI: 10.1002/9783527337095
- [4] ResearchGate, (https://www.researchgate.net/publication/374165839_Research_and_Development#full-text) pristupljeno: 25.03.2025.]
- [5] Frascati Manual: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Development, 2015., OECD Publishing
DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264239012-en>
- [6] De Vries, M.J.: 80 Years of Research at the Philips Natuurkundig Laboratorium 1914.-1994., 1st ed., 2005., Amsterdam: Pallas Publications
- [7] Romme, A.G.L.: Toward the Blueprint of Campus-Based Ecosystems for Innovation, Engineering Management Research, Vol. 6 No.1, 2017., ([10.5539/emr.v6n1p84](https://doi.org/10.5539/emr.v6n1p84)), pristupljeno: 17.04.2025
- [8] Brunsko, Z.: Tehnološki parkovi i njihova uloga u gospodarskom razvoju, Ekonomska misao i praksa, Vol. 4 No.2, 1995. pp.321-334, DOI: <https://hrcak.srce.hr/222060>
- [9] Bašić, S., Vezilić Strmo, N., Sladoljev, M.: Pametni gradovi i zgrade, Građevinar, Vol. 71 No.10, 2019., pp. 949-964, DOI: <https://doi.org/10.14256/JCE.2733.2019>
- [10] Almaamory A.,T., Slik G.A.: Science and Technology Park as an Urban Element Towards Society Scientific Innovation Evolution, ICEST 2020, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021.
(<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1090/1/012119/pdf>), pristupljeno: 17.04.2025.]
- [11] Kostemir, M., Meissner, D.: Conceptualizing the innovation process – trends and outlook, Munich Higher School of Economics Research Papers, 2013.
(<https://mpra.ub.uni-muenchen.de/46504/>), pristupljeno: 27.03.2025.
- [12] Chesbrough, H.: Open Innovation, Research Technology Management, Vol. 55 No.4, 2012., pp. 20-27, (<https://www.jstor.org/stable/26586624?seq=1>), pristupljeno: 17.04.2025.
- [13] Paice, A., Malakhatchka, E.: Future Labs: Making the Future Tangible Today, Inventing the Almost Impossible., Springer, pp. 81-94, 2023., DOI: [10.1007/978-3-031-36224-8_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-36224-8_8)
- [14] Herth, A., Verburg, R., Blok, K.: The Innovation Power of Living Labs to Enable Sustainability Transitions: Challenges and Opportunities of On-Campus Initiatives', Creativity and Innovation Management, Vol. 39 No.2, 2024.
DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/caim.12649> , pristup: 27.03.2025.
- [15] Schemel, S; Carreau, M; DiMambro, J; Uerz, G: Future of Labs – Elements of a Future Scientific Research Ecosystem, London: Arup, 2020.
(<https://www.arup.com/insights/future-of-labs/>), pristupljeno: 27.03.2025.