

Rakendusuuringu ja eksperimentaalarenduse piiritlemine

Väljavõte [*OECD Frascati 2015 käsiraamatust*](#), lk 50-57.

Rakendusuuringud on algupäraseid uurimisi uute teadmiste saamiseks, kuid need on suunatud eeskätt kindlale praktilisele eesmärgile. Rakendusuuringu eesmärk on leida alusuuringute leidudele võimalikke kasutusalasid või teha kindlaks uusi meetodeid või võimalusi teatud kindlate ja eelnevalt määratletud eesmärkide saavutamiseks. Uuringute käigus lähtutakse olemasolevatest teadmistest ja püütakse neid laiendada selleks, et lahendada tegelikke probleeme. Ettevõtlussektoris on alus- ja rakendusuuringud sageli eristatavad selle järgi, et algatatakse uus projekt, mille eesmärk on uurida alusuuringute paljulubavaid tulemusi (üleminek ettevõttesisese teadus- ja arendustegevuse tulemuste kasutamise pikaajaliselt perspektiivilt keskpikale ja lühiperspektiivile). Rakendusuuringu tulemused peaksid olema rakendatavad toodetele, toimingutele, meetoditele või süsteemidele. Rakendusuuringud annavad ideede kasutuskõlbliku kuju. Saadud teadmiste rakendusi võidakse kaitsta intellektuaalomandi kaitse vahenditega, sh salastamisega.

Eksperimentaalarendus on süstemaatiline töö, mis põhineb uurimistegevuse tulemusena saadud teadmistel ja praktilistel kogemustel ning loob uut teadmist eesmärgiga valmistada uusi tooteid, võtta kasutusse uusi protsesse või täiustada olemasolevaid tooteid või protsesse.

Uute toodete või protsesside väljatöötamine kuulub eksperimentaalarenduse alla juhul, kui see vastab teadus- ja arendustegevust kirjeldavatele tingimustele.

Teadus- ja arendustegevuse kolme liigi (alusuuringud, rakendusuuringud, eksperimentaalarendus) loetlemise järjekord ei tähenda, et alusuuringutele järgnevad tingimata rakendusuuringud ja seejärel eksperimentaalarendus. Eksperimentaalarendus võib luua alusuuringutes kasutatavaid teadmisi ning alusuuringute tulemuseks võivad mõnikord olla ka kohe uued tooted või protsessid.

NB! Eksperimentaalarendus ei ole tootearendus ega tootmiseelne arendus

Eksperimentaalarenduse mõistet ei tohiks segi ajada tootearendusega, mis on uue toote (kauba või teenuse) turule viimise üldine protsess alates ideede ja kontseptsioonide sõnastamisest kuni turustamiseni. Eksperimentaalarendus on ainult tootearendusprotsessi üks võimalik etapp: sellel etapil kontrollitakse üldiste teadmiste rakendatavust konkreetsetel kasutusjuhtudel, mis on vajalikud protsessi edukaks lõpuleviimiseks. Eksperimentaalarenduse etapis luuakse uusi teadmisi ning see etapp lõpeb siis, kui teadus- ja arendustegevuse tingimused (uudsus, ebaselgus, loomingulisus, süstemaatilisus ning ülekantavus ja/või korratavus) ei ole enam täidetud. Näiteks uue automudeli arendamise protsessis võidakse kaaluda ja katsetada arendamisel olevas autos teatud uute tehnoloogiate kasutamist: see on eksperimentaalarenduse etapp. Selle käigus saadakse uusi tulemusi, kuna teatud üldistele teadmistele otsitakse uusi rakendusi. Selle lõpptulemus on ettemääratu / ülekantav, kuna katsete tulemusel võib selguda, et pakutud lahendus ei sobi. See peab olema loominguline, sest tegevuse käigus püütakse kohandada tehnoloogiat uue kasutusvaldkonna jaoks. See eeldab süstematiseerimist, et tõlkida katsete tulemused tehnilisteks soovitusteks, mida oleks võimalik kasutada tootearenduse järgmistes etappides. Teisalt räägitakse majandusteaduses ka ilma teadus- ja arendustegevuse elemendita tootearendusest, mis võib esineda eeskätt VKEde puhul.

Eksperimentaalarenduse mõistet ei tohiks segi ajada tootmiseelse arendusega. Nii nimetatakse mitteeeksperimentaalset tööd mõne kaitse- või lennundusprojekti või -süsteemi kallal enne selle tootmise alustamist. Sarnaseid olukordi esineb ka muudel tegevusaladel. Eksperimentaalarenduse ja tootmiseelse arenduse eraldusjoont on raske täpselt määratleda. Nende eristamiseks on vaja tehnilist

hinnangut selle kohta, millal kaob tegevusest uudsuse element ning töö muutub tavapäraseks terviksüsteemi arenduseks.

Näiteks kui hävituspommitaja on läbinud uuringute, tehnoloogiliste näidiste, projekteerimise ja esmase arenduse etapid ning jõudnud prototüüplennuki lennukatsetuste etappi, võib vaja minna veel kuni kümnet plaanerilahendust, et tagada lennuki täielik operatiivne ühilduvus õhurünnaku ja -tõrje süsteemidega. See on kaheetapiline protsess. Esimene etapp on tervikliku õhurünnaku ja -tõrje süsteemi väljatöötamine, mille käigus tuuakse kokku olemasolevad osad ja allsüsteemid, mida varem ei ole sellisel otstarbel koos kasutatud. See eeldab ulatuslikku õhusõiduki lennukatsetuste programmi, mis võib olla väga kulukas ning moodustada tootmiseelsete kulude põhiosa. Kuigi suur osa kõnealuses etapis tellitavatest töödest kuulub eksperimentaalarenduse alla, siis teatud osa sellest ei sisalda teadus- ja arendustegevusena määratlemiseks vajalikku uudsuse elementi ning kuulub pigem tootmiseelse arenduse kategooriasse (ei ole teadus- ja arendustegevus). Teises etapis toimuvad tervikliku õhurünnaku ja -tõrje süsteemi katsed. Kui süsteem on osutunud esimeses etapis toimivaks, võib arendusprojekt jätkuda sellega, et talitluskatsetuste eesmärgil toodetakse proovipartii (esialgse väikese tootmismahuga). Lõpliku partii tellimine sõltub nende katsetuste edukusest. Selline töö ei kuulu käsiraamatu kohaselt teadus- ja arendustegevuse kategooriasse, vaid on tootmiseelne arendus. Samas võib katsetuste käigus ilmuda probleeme, mille lahendamiseks on taas vaja eksperimentaalarendust. Sellist tööd nimetatakse käsiraamatus tagasisidel põhinevaks teadus- ja arendustegevuseks ning see kuulub teadus- ja arendustegevuse kategooriasse.

Näited teadus- ja arendustegevuse liikide eristamise kohta

Järgmised näited aitavad selgitada üldisi erinevusi alus- ja rakendusuuringu ning eksperimentaalarenduse vahel. Sotsiaal- ja humanitaarteadustes ning kunstides võib piiride ähmasus raskendada alus- ja rakendusuuringu eristamist. Samuti võib neis valdkondades olla raske leida näiteid eksperimentaalarendusest, kuna teised valdkonnad suhestuvad loodus- ja tehnikateadustega teisiti. Tuleb rõhutada, et esitatud näited peavad samuti vastama käesolevas peatükis nimetatud teadus- ja arendustegevuse põhitingimustele.

Loodus- ja tehnikateadustes

- Alusuuringud: Erinevatel tingimustel toimivate teatud liiki polümeerisatsioonireaktsioonide uurimine.
- Rakendusuuringud: Mõne sellise reaktsiooni optimeerimine eesmärgiga toota kindlate füüsikaliste või mehaaniliste omadustega polümeere (mis oleks kasutatavad teatud otstarbel).
- Eksperimentaalarendus: Sellise laboris optimeeritud protsessi mahtude suurendamine, et uurida ja hinnata võimalikke polümeeri tootmise meetodeid ja sellest saadavaid tooteid.
- Alusuuringud: Elektromagnetkiirguse kristallides neeldumise modelleerimine.
- Rakendusuuringud: Elektromagnetkiirguse neeldumist selles materjalis erinevatel tingimustel (näiteks temperatuur, lisandid, kontsentratsioon jne) uuritakse eesmärgiga saavutada teatud kindlaid materjaliomadusi, mis sobivad kiirguse tuvastamiseks (nt tundlikkus, kiirus jne).
- Eksperimentaalarendus: Saadud materjali kasutava uue seadme katsetamine eesmärgiga töötada välja olemasolevatest parem kiirgusdetektor (uuritavas lainepikkuse vahemikus).
- Alusuuringud: Immunoglobuliiniahelate klasside määramiseks uue meetodi väljatöötamine.
- Rakendusuuringud: Erinevate haiguste antikehade eristamise eesmärgil korraldatud uuringud.
- Eksperimentaalarendus: Antikeha struktuuri käsitlevate teadmiste põhjal töötatakse välja meetod kindla haiguse antikehade sünteesimiseks ning sünteesitud antikehade toimivust kontrollitakse kliinilistes uuringutes patsientidega, kes on uue eksperimentaalse ravimeetodiga nõustunud.

- Alusuuringud: Uuritakse seda, kuidas süsinikkiudude omadused võivad muutuda vastavalt nende suhtelisele asukohale ja paiknemisele struktuuris.
- Rakendusuuringud: Kirjeldada meetodit, mis võimaldab süsinikkiude tööstuslikult nanotasandil piisava täpsusega töödelda.
- Eksperimentaalarendus: Uute liitmaterjalide katsetamine erineval otstarbel kasutamiseks.

- Alusuuringud: Kvantefektide tasandil materjalidega toimuvate protsesside juhtimine.
- Rakendusuuringud: Anorgaanilistes ja orgaanilistes valgusdioodides kasutamiseks sobivate tõhusamate ja säästlikumate materjalide väljatöötamine.
- Eksperimentaalarendus: Selliste kõrgtehnoloogiliste dioodide kasutusvõimaluste väljaselgitamine ning nende kasutusele võtmine tarbijaseadmetes.

- Alusuuringud: Uute arvutusmeetodite otsimine näiteks kvantarvutuses ja kvantinformaatikas.
- Rakendusuuringud: Uuritakse, kuidas rakendada infotöötlust uutes valdkondades või uuel moel (nt uue programmeerimiskeele, uute operatsioonisüsteemide, programmigeneraatorite jne väljatöötamine) ning kuidas kasutada infotöötlust uute töövahendite (nt geoinfo- ja eksperdisüsteemid) väljatöötamiseks.
- Eksperimentaalarendus: Uue rakendustarkvara väljatöötamine ning operatsioonisüsteemide ja programmide oluline täiendamine.

Põllumajanduses ja metsanduses

- Alusuuringud: teadlased uurivad taimede genoomi muutusi ja mutageenseid tegureid, et mõista nende mõju fenoomile. Teadlased uurivad metsa taimeliikide geneetikat, et mõista loodusliku haiguse- või kahjuritõrje mehhanisme.
- Rakendusuuringud: teadlased uurivad metsiku kartuli genoomi, et teha kindlaks kartulit lehemädaniku eest kaitsvad geenid eesmärgiga suurendada kultuurkartuli vastupidavust haigustele. Teadlased istutavad katsemetsa, kus nad muudavad puude vahekaugusi ja reastust, et vähendada haiguste levikut ja säilitada samal ajal maksimaalse saagise saamiseks vajalik paigutus.
- Eksperimentaalarendus: teadlased loovad geenide muundamise töövahendi, kasutades teadmisi selle kohta, kuidas ensüümid DNAd muundavad. Teadlased kasutavad olemasolevaid uurimistulemusi kindlate taimeliikide kohta, et koostada plaan ettevõtte metsaistutuse tõhustamiseks teatud eesmärgi silmas pidades.

Nanotehnoloogias

- Alusuuringud: teadlased uurivad skaneeriva tunnelmikroskoopia abil grafeeni elektrilisi omadusi, et saada teada, kuidas pinge muutused mõjutavad elektronide liikumist materjalis.
- Rakendusuuringud: teadlased uurivad mikrolaineid ja termilist sidestumist nanoosakestega selleks, et süsiniknanotorusid õigesti joondada ja sortida.
- Eksperimentaalarendus: teadlased kasutavad mikrotööstust käsitleva uurimise tulemusi, et töötada välja portatiivne moodulipõhine mikrotehase süsteem, mis koosneb ühtse koosteliini moodustavatest osadest.

Arvutiteaduses ja informaatikas

- Alusuuringud: suure hulga reaajas saadavate andmete käitlemiseks kasutatavate üldiste algoritmide omaduste uurimine.
- Rakendusuuringud: rämpsposti üldise korralduse või ärimudeli, rämpspostitajate tegevuse ja motivatsiooni uurimine, et leida võimalusi rämpsposti hulga vähendamiseks.
- Eksperimentaalarendus: idufirma kasutab teadlaste väljatöötatud koodi ning loob ajenduslikult tasuva ärimudeli internetiturunduse tõhustamiseks kasutatava tarkvaratoote jaoks.

Majandusteaduses

- Alusuuringud: piirkondade majanduskasvu erinevusi põhjustavaid tegureid käsitlevate teooriate analüüs. Majandusteadlaste abstraktsed majandusteoreetilised uuringud, mille eesmärk on teada saada, kas turumajanduses on olemas loomulik tasakaaluseisund. Uute riskiteooriate väljatöötamine.
- Rakendusuuringud: teatud piirkondliku juhu analüüs eesmärgiga töötada välja valitsuse poliitika. Majandusteadlased uurivad kindla enampakkumismetoodika omadusi, mis võivad osutada kasulikuks raadiosagedusspektri enampakkumiste korraldamisel. Uute tururiskide suhtes sõlmitavate uute kindlustuslepingu liikide või uute hoiustamisinstrumentide liikide uurimine.
- Eksperimentaalarendus: statistilistel andmetel põhinevate tegevusmudelite väljatöötamine eesmärgiga kavandada majanduspoliitilisi meetmeid teatud piirkonna majanduskasvu järeleaitamiseks. Raadiosagedusspektri enampakkumise korraldamiseks kasutatava meetodi väljatöötamine riiklikus telekommunikatsiooniametis. Investeerimisfondi haldamise uue meetodi väljatöötamine on eksperimentaalarendus juhul, kui on piisavalt tõendeid selle uudsuse kohta.

Haridusteaduses

- Alusuuringud: õppimisvõimet mõjutavate keskkonnategurite analüüs. Uuringud, milles vaadeldakse erinevate interaktiivsete õppevahendite mõju sellele, kuidas esimese klassi õpilased omandavad nende õppevahenditega tegeledes matemaatikaülesannete lahendamise strateegia, ning seejärel mõõdetakse standardsete vahendite abil õpilaste õpitulemusi.
- Rakendusuuringud: riiklike õppekavade võrdlev hindamine eesmärgiga vähendada ebasoodsamas olukorras olevate kogukondade hariduslikku mahajäämust. Konkreetse matemaatika õppekava rakendamise uurimine eesmärgiga teha kindlaks, milliseid eelteadmisi õpetajad õppekava edukaks rakendamiseks vajavad.
- Eksperimentaalarendus: erivajadustega lastele sobiva õppekava valimiseks kasutatavate testide väljatöötamine. Eripedagoogikas matemaatikateadmiste parandamiseks kasutatavate praktikapõhiste tarkvararakenduste ja abivahendite väljatöötamine ja katsetamine (klassis).

Ühiskonna- ja majandusgeograafias

- Alusuuringud: teadlased püüavad mõista, millised on ruumis tekkiva objektide vastastikuse mõju põhiomadused.
- Rakendusuuringud: uuringus analüüsitakse nakkushaiguse puhangu edasikandumise ja levimise ruumilisi ja ajalisi mustreid.

Ajaloo

- Alusuuringud: ajaloolased uurivad riigis toimunud liustikuüleujutuste ajalugu ja nende mõju
- Rakendusuuringud: ajaloolased vaatlevad minevikuühiskondade reaktsioone looduskatastroofidele (nt üleujutus, põud, epideemia), et leida võimalusi, kuidas tänapäeva ühiskond saaks paremini reageerida globaalsetele kliimamuutustele.
- Eksperimentaalarendus: ajaloolased kasutavad varasemate uuringute tulemusi ning koostavad nende põhjal muuseumiväljapaneku, mis kirjeldab varasemate inimühiskondade kohastumist keskkonnamuutustega; seda kasutatakse eeskujuna teistes muuseumides ja harivatel näitustel.
- Alusuuringud: Erinevate allikate (käsikirjad, dokumendid, mälestised, kunstiteosed, ehitised jne) uurimine ajalooliste nähtuste (riigi poliitiline, ühiskondlik, kultuuriline areng, isiku elulugu jne) parema mõistmise eesmärgil.
- Rakendusuuringud: Sarnaste omaduste ja muude ühiste (geograafiliste, arhitektuuriliste jne) tunnustega arheoloogiliste leiukohtade ja/või mälestiste võrdlev analüüs, mille eesmärk on

mõista nende omavahelisi seoseid ja võimalikku tähtsust õppematerjalide ja muuseumiväljapanekute koostamiseks.

- Eksperimentaalarendus: Arheoloogilistel väljakaevamistel leitud esemete ja looduslike objektide uurimiseks kasutatavate uute töövahendite ja meetodite väljatöötamine (näiteks luude või taimejäänuste vanuse määramiseks).

Keeleteaduses

- Alusuuringud: keeleteadlased uurivad, kuidas erinevad keeled kokku puutudes üksteist mõjutavad.
- Rakendusuuringud: logopeedid uurivad keelekasutust juhtivaid ajuprotsesse ja seda, kuidas inimesed keeleoskuse omandavad.
- Eksperimentaalarendus: keeleteadlased töötavad välja vahendi, mis võimaldab diagnoosida laste autismi nende keeleoskuse omandamise, selle püsimise ja märkide kasutamise põhjal.

Muusikateaduses

- Alusuuringud: teadlased töötavad välja transformatsiooniteooria, mis aitab mõista muusikalist sündmust mitte kui üksteisega teatud kindlas suhtes olevate objektide kogumit, vaid kui teose alusmaterjalile rakendatud transformatsiooniliste toimingute jada.
- Rakendusuuringud: teadlased kasutavad ajaloolisi andmeid ja eksperimentaalarheoloogia meetodeid, et taasluua mõni ammu kadunud endisaegne pill ning teha kindlaks, kuidas seda meisterdati ja mängiti ning milliseid helisid see võis tekitada.
- Eksperimentaalarendus: muusikapedagoogid ja -teoreetikud koostavad uusi õppematerjale, võttes aluseks neuroteaduse uued leiud, mis muudavad meie arusaama sellest, kuidas inimesed uusi helisid ja uut teavet töötlevad.