

# Töövahend tehnoloogiastrateegia koostamiseks

kõrgkoolides ja teadusasutustes

Harri Sjöholm



ESTAG

EAS Tehnoloogiaagentuur

# Töövahend tehnoloogiastrateegia koostamiseks kõrgkoolides ja teadusasutustes



**ESTAG**

EAS Tehnoloogiaagentuur

Kaas: Karel Korp  
Siseküljed: DTPage Oy  
Trükk: Iloprint

Tõlgitud väljaandest: Teknolojiastrategian laatimine yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa, Tekes, Helsinki 2001

# Eessõna

Globaliseerumine ja kiire tehnoloogiline areng põhjustavad üha ulatuslikumaid majanduslikke ning ühiskondlikke muutusi kogu maailmas. Järsud muutused ning uute tehnoloogiliste võimaluste pidev lisandumine suurendavad paratamatult määramatust: ühed tehnoloogiad võetakse laialdaselt kasutusele, teised samas hääbuvad või leiavad alternatiivse rakenduse.

Käesoleva trükise raames on asjakohane küsida: kuidas need, kohati fundamentaalsed muutused mõjutavad teadusasutuste tegevust? Üks iseloomulik joon valitsevas olukorras on innovatsiooni kujunemine olulisimaks majanduskasvu teguriks. Sellest tulenevalt kasvab nii teaduslike uuringute maht kui ka nende tähtsus. Ning nagu turul ikka, toob suurenenud uuringute maht kaasa tihedama konkurentsi, mis juba on karmistunud kõigi teadusuuringuteks vajalike ressursside suhtes: noortele teadlastele, rahale, partneritele ja teistele asendamatutele komponentidele on üha enam tugevaid pretendente. Keskkonda pingestab ka konkurentsireeglite pidev muutumine: tööandjate nõuded lõpetajate oskustele, ühiskonna ootused ning ettevõtete vajadused teadusuuringute osas ei ole ajas püsivad.

Kuidas neid kiireid muutusi teadusorganisatsiooni arendamisel arvestada ja oskuslikult rakendada? Olulisim on võimalikult hästi mõista hetkeolukorda ja seda kujundavaid tegureid ning valida neile vastav selge strateegia. Kiiresti arenevas keskkonnas, kus tulevik ei vasta peaaegu kunagi täpselt prognoosidele, peaks strateegia kujundamisel lähtuma oma organisatsiooni tugevustest ja arengupotentsiaalidest. Tehnoloogiastrateegia on just selliseks lähenemiseks loodud.

Senised kogemused kinnitavad, et tehnoloogiastrateegia on tõhus vahend, soovides tugevdada teadusasutuse ühtset arusaama uurimisvaldkonnast ja selle arengusuundadest. Tehnoloogiastrateegia võimaldab põimida alus- ja rakendusuuringud ning õppekavad teineteist täiendavaks tervikuks.

Samuti on tehnoloogiastrateegia hea lähtekoht koostöö arendamiseks teiste teadusasutuste ning ettevõtetega. Selle abil saab paremini valida uurimispartnereid ja liituda sobivaimate koostöövõrkudega nii enda tegevusvaldkonnas kui ka väljaspool seda, et jõuda maailmatasemel teaduslike tulemusteni. Strateegia põhjal kujunevad lähtekohad pikaajaliseks koostööks ettevõtetega, kelle vajadus uute teadmiste ning eri valdkondade tehnoloogiate siirde järele pidevalt kasvab.

Tehnoloogiastrateegia rakendamisel tuleb silmas pidada, et ühekordse ettevõtmisena ei täida see oma funktsiooni. Strateegiat peaks vastavalt muutuvale keskkonnale pidevalt uuendama. Seejuures on olulisim tehnoloogiastrateegia koostamise põhimõte teadusasutustes just fookuse säilitamine: tuleb osata välja valida ja loobuda vähemperspektiivsetest suundadest ning pühenduda oma põhioskustele.

Käesolev tehnoloogiastrateegia koostamise käsiraamat kõrgkoolidele ja teadusasutustele põhineb Swot Consulting Groupi poolt Soome tehnoloogiaagentuurile Tekes koostatud käsiraamatul. Siinjuures tänan Tallinna Tehnikaülikooli Ärikorralduse Instituudi professoreid Jaak Leimanni, ja Maksim Saati ning dot-sent Teo Saimret, kelle kriitilised kommentaarid aitasid olulisel määral kaasa eestikeelse käsiraamatu valmimisele.

Parimate soovidega

Dr Jari Romanainen

Soome tehnoloogiaagentuuri Tekes strateegiadirektor

# Sisukord

## I. Tehnoloogiastrateegia töövahendina

Tehnoloogiastrateegia 21. sajandil	1
Mis on strateegiline planeerimine?	2
Tehnoloogiastrateegia koostamisest tulenevad võimalused	3
Eesmärk	4
Kes on tehnoloogiastrateegia kasutajad?	5
Tegevusmudel ja partnerid	6

## II. Tehnoloogiastrateegia koostamine

Tehnoloogiastrateegia koostamise protsess	8
1 Missioon	10
2 Visioon	11
3 Informatsiooni hankimine ja intervjuude läbiviimine	12
4 Arengusuunad ja tehnoloogilised <i>roadmap</i> 'id	14
5 Tegevusvaldkond ja turg	19
6 Konkurentsiolukord ja koostööpartnerid	20
7 Arendusvaldkondade fookus	21
8 Tehnoloogiapüramiid	22
9 Näiteid tehnoloogiapüramiididest	27
10 Tehnoloogiastrateegia mõju õppetöö organiseerimisele	30
11 Tehnoloogiastrateegia viimistlemine	31

## III. Tehnoloogiastrateegia rakendamine ning täiustamine

Teadusasutuse tegevusvaldkonnad	32
Tegevusmudel	32
Võimalused	32
Eesmärgid	33
Kaasajastamine	33

## I. Tehnoloogiastrateegia töövahendina

# Tehnoloogiastrateegia 21. sajandil

Üha rohkem kõrgkoolide ja teadusasutusi **kasutavad tehnoloogiastrateegiat praktilise töövahendina** oma uurimisvaldkondade määratlemisel ja tegevuse kavandamisel.

Tehnoloogiastrateegia koostamise tähtsaim tulemus on teadusasutuse **oskuste ja tegevusvaldkonna täpne määratlemine**. Tehnoloogiastrateegia koostamine loob hea aluse koostööks ettevõtetega. Selle abil on võimalik anda ettevõtetele teavet teadusasutuse põhioskuste taseme ning spetsialiseerumisvaldkondade kohta.

Kõrgkoolide ja teadusasutuste olulisim edutegur 21. sajandil on võime kasutada uute tehnoloogiate ja tehniliste rakenduste poolt pakutavaid võimalusi. **Nende võimaluste kiire** rakendamine koostöös ettevõtetega **on kõrgkoolide ja teadusasutuste jaoks oluliseks konkurentsieeliseks**. Ilma tugeva, fookuseeritud ja planeeritud uurimis- ning arendustegevusega ei ole teadusliku uurimistegevuse tulemuste rakendamine ettevõtluses võimalik. Niinimetatud läbimurdelahendused ehk "edu lood" saavad teoks üksnes uurimis- ja arendustegevuse ning tehnoloogiasirde oskusliku ühendamise kaudu.

Kõrgkoolide ja teadusasutuste **edukriteeriumideks võib lugeda:**

- teadusasutuse tehnoloogiavaldkonna arengu pidev ja süstemaatiline **jälgimine** (näiteks tehnoloogia *roadmap*'i koostamise ehk tehnoloogia arenguteede kaardistamise abil);
- uurimis- ja arendustegevuse **täpne piiritlemine**;
- tugev **intellektuaalomandi** kaitse;
- uute tehnoloogiate **testimine** ja rakendamine;
- **tulemuste kiire** turule viimine koostöös ettevõtetega.

Oluliseks väljakutseks kõrgkoolidele ja teadusasutustele on selliste uurimisvaldkondade valimine, mille puhul suudetakse olla konkurentsivõimeline rahvusvahelisel turul. Teisest küljest on kõrgkoolidele väljakutseks kõige kaasaegsema tehnoloogiaalase praktika integreerimine õppekavadesse.

# Mis on strateegiline planeerimine?

Strateegiline planeerimine on organisatsioonis ja eeskätt selle võtmeasukohtadel olevate töötajate seas ühtse arusaama loomine organisatsiooni arendussuundade ja tehnoloogilise keskkonna kohta. **Strateegiline planeerimine ei ole ainult plaani koostamine.**

Planeerimisprotsessi läbiviimine ja ühtse mõtteviisi kujundamine aitab luua võtmemeeskonna, kes leiab parimad lahendused muutuv, tehnoloogialaseid ohte ja võimalusi pakkuv keskkonnas.

Tehnoloogiastrateegia aitab süstemaatilise planeerimise kaudu teha **teadlikke valikuid organisatsiooni põhioskuste ning tegevusvaldkondade osas.**

Strateegia järgimine muudab omakorda lihtsamaks operatiivsete otsuste tegemise, näiteks

- uute õppekavade ja uurimisvaldkondade kohta;
- ruumidesse ja seadmetesse tehtavate investeeringute kohta;
- majandus- ja inimressursside suurendamise või vähendamise kohta;
- teadus- ja arendusprojektide käivitamise kohta.

# Tehnoloogiastrateegia koostamisest tulenevad võimalused

**Tehnoloogiastrateegia** võimaldab:

- Saavutada parem sidusus **uurimistöö tulemuste ja õppetegevuse vahel**.
- Paremini kaardistada teadusasutuse **tehnoloogilist tegevuskeskkonda**.
- Paremini kaardistada ja teadvustada **turgude võimalusi ja vajadusi**.
- Määratleda organisatsiooni **põhioskused**.
- Süstemaatiliselt arendada uurimistegevust ning integreerida seda valitud tehnoloogia- ja oskusvaldkondades ühtseks tervikuks.
- Täpsemalt määratleda personali arendusvajadused.
- Suunata **ressursse ja investeeringuid** pikemas perspektiivis olulistesse valdkondadesse.
- **Parandada** üldist **vastastikust mõistmist ning koostööd** organisatsioonis.
- **Vähendada** üksikasjaliku **juhendamise vajadust** ning määratleda täpsemalt rakendusuuringute ja fundamentaaluuringu seosed organisatsioonis.
- Täpsemalt määratleda alusuuringute finantseerimisvajadused.

Tegevuskeskkonnas toimuvate muutuste tõttu **tuleb tehnoloogiastrateegiat uuendada vähemalt üks kord aastas**.

Tehnoloogiastrateegia koostamisel on lisaks tulemusele väärtuslik ka **protsess**, kuna selle läbiviimisel:

- kasvavad personali juhtimisalased teadmised, valmisolek koostööks ettevõtetega on suurem;
- teadusasutuse tegevuste ja tegevusvaldkondade kohta läbiviidav põhjalik uuring annab täpse ülevaate organisatsiooni oskustest ja võimalustest;
- määratletakse eesmärgid ning luuakse ühine arusaam organisatsiooni tehnoloogilistest oskustest ning teadmistest.

Tehnoloogiastrateegia toimib **operatiivse tegevuse suunanäitajana** nii õppetegevuses ja projektijuhtimises kui ka rakendusuuringute või fundamentaaluuringu läbiviimisel.

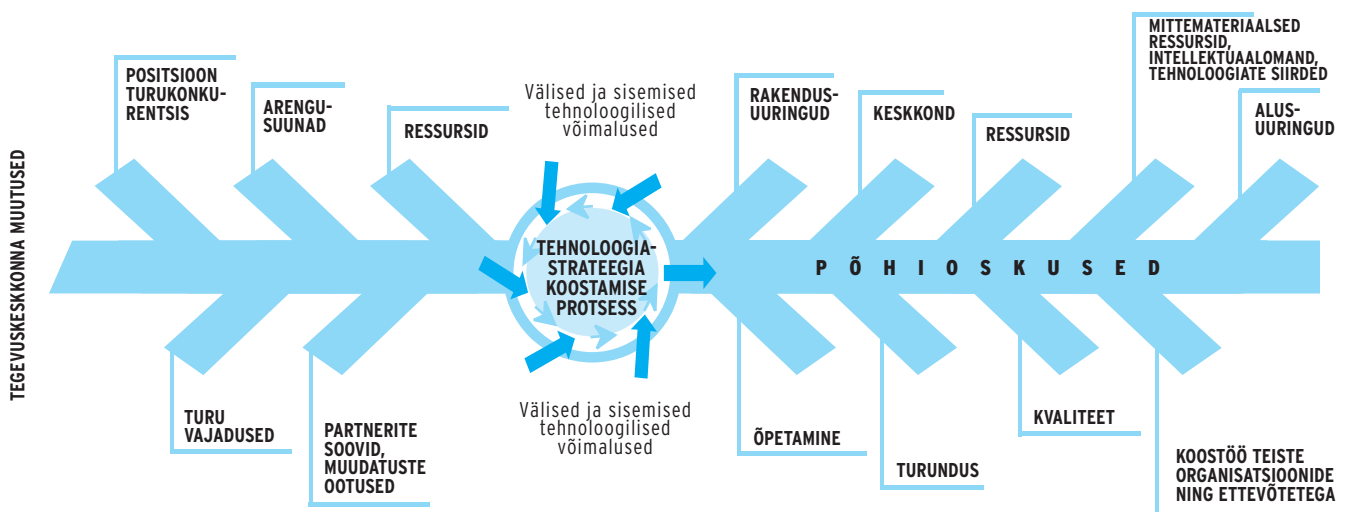


# Eesmärk

Tehnoloogiastrateegia koostamise eesmärk on süstemaatilise planeerimistegevuse kaudu **teadlik ja pidev tegevusvaldkondade valik**, arvestades järgmisi faktoreid:

- välja kujunenud põhioskused;
- unikaalsed oskused ning inim- ja materiaalsed ressursid;
- tulevased võimalused ja arengusuunad;
- tehnoloogia *roadmap*'is välja toodud võimalused.

Tehnoloogiastrateegia annab vastuse küsimusele, kuidas organisatsioon reageerib tegevuskeskkonna muutustele ning kasutab ära uusi tehnoloogilisi võimalusi.



**Joonis 1.** Tehnoloogiastrateegia koostamise käigus määratletakse põhioskused, mille alusel tehakse organisatsiooni tegevusvaldkondade juhtimisotsused.

# Kes on tehnoloogiastrateegia kasutajad?

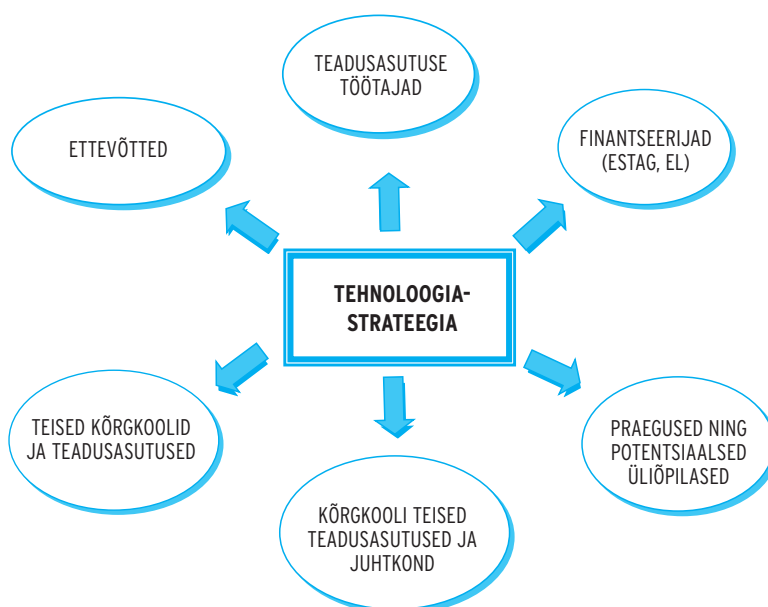
Tehnoloogiastrateegia kasutamine on **teadusasutuste ja kõrgkoolide jaoks** otsustav, kui soovitakse saada selget ülevaadet organisatsiooni tehnoloogilistest suundumustest, valikutest ja kompetentsidest.

Tänapäeva globaliseeruv ühiskonnas püüab iga organisatsioon keskenduda kitsalt määratletud valdkonnale. Sellise spetsialiseeritud tegevusmudeli raames on iga organisatsiooni jaoks esmatähtis oma **oskuste määramine, nende müümine ja nende kohta struktureeritud informatsiooni andmine**.

Rahvusvahelisel turul tiheda konkurentsi tingimustes on ettevõtetel suurepärased võimalused valida endale sobivaim partner ja enne otsuse tegemist hindavad ettevõtted põhjalikult teadusasutuste kui potentsiaalsete partnerite võimalusi.

**Tehnoloogiastrateegia on seega ka informeerimis- ja turundusvahend, mis annab:**

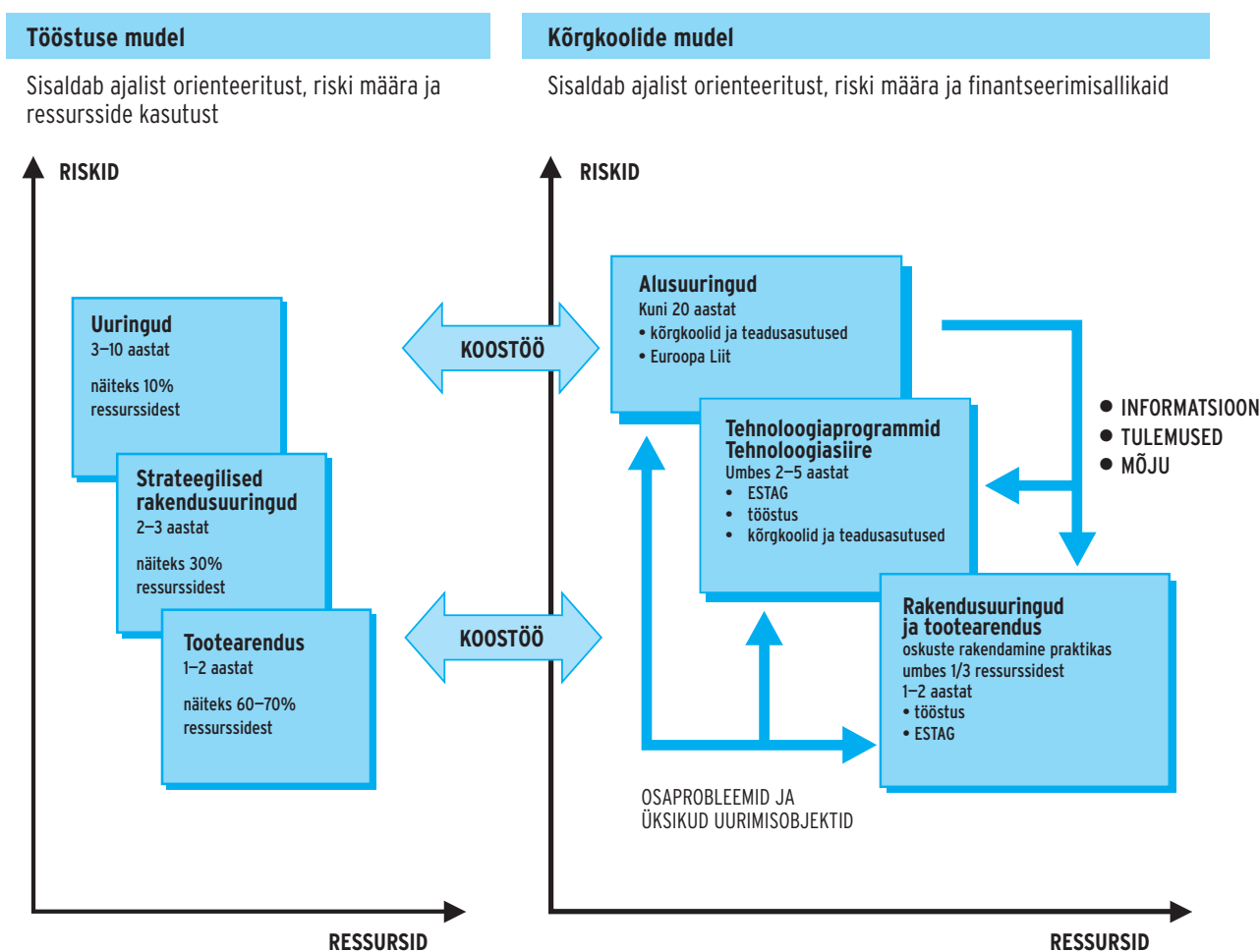
- **ettevõtetele** informatsiooni teadusasutuse spetsialiseerimisvaldkondade kohta;
- **teistele teadusasutustele** lähtekoha koostöök;
- **finantseerijatele** kindluse selle kohta, et rahastatav uurimistöö on osa strateegiast, mis on suunatud organisatsiooni arengule pikaajalises perspektiivis;
- **üliõpilastele** kindluse ja tagatise neile antava hariduse ajakohasuse osas;
- **kõrgkooli juhtkonnale** informatsiooni teadusasutuse tegevusvaldkondade ja tugevuste kohta.



**Joonis 2.** Tehnoloogiastrateegia on oluline informatsiooniallikas nii oma organisatsioonile, tööstusele kui ka partneritele.

# Tegevusmudel ja partnerid

Teadusasutuste ja kõrgkoolide eesmärkide seadmisel on oluline määratleda oma tegevussuunad teiste organisatsioonide – ettevõtete ja teadusasutuste – suhtes. Arenenud riikides investeerib tööstus 60-70% ulatuses kogu arendusele mõeldud ressurssidest lühiajalise konkurentsieelise saavutamisele suunatud arendustööle, mis avaldab ettevõtte majandustulemustele mõju juba lühikese perioodi ehk 6-24 kuu järel. Nii tagatakse arendustöö tulusus. Tööstuse enda investeeringud strateegilistesse rakendusuuringutesse ja fundamentaaluuringutesse on madalad. Üha enam aga keskendutakse koostööle kõrgkoolide ja teadusasutustega.



**Joonis 3.** Ettevõtete ja kõrgkoolide ressurssid on suunatud erineva ajahorisondiga arendusprojektidesse. See loob head eeldused sujuvaks koostööks.

Kogemuse põhjal võib öelda, et ressursside jaotus on optimaalne, kui

- **alusuuringud,**
- **rakendusuuringud ja**
- **arendusprojektid ettevõtetega**

hõlmavad teadusasutuse tegevusest ja ressurssidest enam-vähem võrdse osa. Kõrgkoolide ja teadusasutuste uurimistegevus ning ettevõtete arendustegevus on omavahel sünergilises seoses. Need seosed moodustavad positiivse mõjude ringluse, mis on kujutatud joonisel 4.



Joonis 4. Positiivne mõjude ringlus.

## II. Tehnoloogiastrateegia koostamine

# Tehnoloogiastrateegia koostamise protsess

Tehnoloogiastrateegia koostamise protsess peab olema töörühma liikmete jaoks võimalikult lihtne ning arusaadav. Vajadusel võib protsessis kasutada välist nõustajat.

### A. KÄIVITUSNÕUPIDAMINE (tase: strateegia koostamise töörühm, kestus pool päeva). Vastutaja: kõrgkooli või teadusasutuse juht.

1. Määratlege või korrake üle organisatsiooni tegevuskontseptsioon. Mis on põhiülesanne ja millisesse tehnoloogiavaldkonda see kuulub? Määratlege missioon ehk sõnastage lühidalt organisatsiooni keskne ülesanne.
2. Määratlege oma organisatsiooni visioon ehk ühine arusaam sellest, mida organisatsioon soovib saavutada teatud aja möödudes.

### B. PROTSESSI TÕÕETAPID (3-4 töökoosolekut või üks päevane seminar). Vastutaja: määratud vastutav isik (võib kasutada organisatsioonivälise eksperti või konsultandi abi).

3. Kaardistage tööstuse ja partnerite
  - oodatavad väärtused (millist kasu partner loodab koostööst saavutada )
  - vajadused teadmiste järele
  - tehnoloogilised arengud
  - arenguvisionid
  - koostöövajadus
4. Kaardistage organisatsiooni võtmeisikute visioonid erinevate tegevusvaldkondade lõikes.
5. Määratlege teadusasutuse tegevusala globaalsed ja rahvuslikud arengusuunad. Määratlege ja koguge tehnoloogiavaldkonda puudutavad *roadmap*id (koostage *roadmap*ide andmepank).
6. Määratlege turg ja teadusasutuse positsioon turul. Millistel tööstusharudel (tooge näiteid konkreetsete ettevõtete kohta) on kasu teie tegevusest?
7. Määratlege teadusasutuse konkurentsiolukord. Kes on teised samas valdkonnas tegutsevad teadusasutused?
  - Konkurendid ja koostööpartnerid, nii kodu- kui välismaised.
8. Määratlege teadusasutuse arendusvaldkondade fookus.
9. Määratlege oma organisatsiooni tehnoloogiapüramiidi komponendid.
  - A. liidetud tehnoloogiad
  - B. võtmetehnoloogiad/põhioskused
  - C. juhtivtehnoloogiad
  - D. läbimurdetehnoloogiad
10. Määratlege oma organisatsiooni tehnoloogiastrateegia ehk tehke kokkuvõtte eelnevatest valikutest tehnoloogiapüramiidi vormis.
11. Määratlege tehnoloogiavalikute mõju õppekava sisule. Määratlege õppeprogrammide põhikomponendid.

### C. TUTVUSTAMINE KOGU ORGANISATSIOONILE - KOMMENTAARIDE KOGUMINE Vastutaja: määratud vastutav isik.

- Määratlege otsustamist vajavad küsimused koos ajagraafikute ja vastutavate isikutega.
- Määratlege arendusprojektid ja määrake neile ressursid.

### D. VALMIS TEHNOLOOGIASTRATEEGIA, STRATEEGIA DOKUMENDI TUTVUSTAMINE Vastutaja: määratud vastutav isik.

- Informatsiooni edastamine töötajatele ja kõrgkooli teistele allüksustele
- Informatsiooni edastamine partneritele, eriti ettevõtetele - lühike tutvustus interneti leheküljel ning trükitud materjalid
- Strateegia elluviimine

Strateegia koostamiseks tuleb luua töörühm, kes osaleb aktiivselt strateegiadokumendi loomisel. Töörühma peaksid kuuluma teadusasutuse juhtivtöötajad, valdkonna spetsialistid ja arendusega seotud isikud, kokku 5-6 töötajat. Tehnoloogiastrateegia koostamine võib aega võtta 3-4 kuud ning strateegiat tuleks uuendada vähemalt kord aastas. Tegevusplaan tuleks täiendada pidevalt.

Tehnoloogiastrateegia koostamise efektiivsuse seisukohast on soovitatav, et fookusgruppide ja intervjuudest saadud informatsioonile tuginedes koostab strateegiadokumendi **esialgse versiooni määratud vastutav isik** (või organisatsiooniväline konsultant). Hiljem toimub selle täiustamine grupitööna strateegia koostamise töörühmas.

Dokumendi korrigeeritud versioon esitatakse hindamiseks ja kommenteerimiseks laiemale meeskonnale või võimaluse korral kogu teadusasutusele. Sellise tegevusega tagatakse võimalikult suure arvu töötajate osalemine strateegia kavandamisprotsessis, mis on oluliseks eelduseks strateegia edukaks elluviimiseks. Tehnoloogiastrateegia on valmis, kui töögrupi liikmete arvamus on arvestatud strateegia lõplikus kokkuvõttes ning teadusasutuse töötajad on strateegia põhiseisukohad omaks võtnud.

## 1. Missioon

Tehnoloogiastrateegia koostamisel tuleb lähtuda missioonist ehk organisatsiooni kesksetest tegevuspõhimõtetest. Missioon määratleb organisatsiooni tegevusvaldkonna, sihtgrupi ja peamised meetodid eesmärkide saavutamiseks. Missioon võetakse kokku võimalikult sisukasse ja informatiivsesse vormi.

### Näide: Puidutehnoloogia instituudi missioon

**MIDA?** Puidu termilise ja keemilise töötlemise protsessitehnoloogia alaseid uurimistöid, insenerlahendusi ja oskusteavet ning puidu töötlemisega seotud nõustamist ja spetsialistide kraadiõpet üldnimetatud valdkonnas.

**KELLELE?** Teenused on suunatud Põhjamaade naturaalsest puitu töötlevatele ettevõtetele.

**KUIDAS?** Klientidega pikaajalise partnerlussuhete loomiseks lähtub Instituut teenuste pakkumisel klientide vajadustest ning osaleb tehnoloogiaprogrammides.

Missioon on organisatsiooni tegevuse suunamise vahend, mis toimib vaid juhul, kui igal sõnal on selge tähendus. Seetõttu on soovitav missioonile lisada lühike mõistete selgitus. See aitab vältida loosunglikkust ja üldsõnalisi ning tegevvõimalikkusele mittevastavaid väiteid. Seletuses tuleks kõiki missioonis kasutatud sõnu ja väljendeid täpsustada. See võimaldab missioonis esitatud ideid üheselt mõista ja igapäevaselt rakendada.

### Puidutehnoloogia instituudi missiooni selgitus

**Klientide vajadustest lähtuv** – enne iga uurimistöo algust määratletakse kliendi-poolne uurimistöo vajadus kirjaliku, kliendiga kooskõlastatud lähteülesandena.

**Spetsialistide kraadiõpe üldnimetatud valdkonnas** – magistri- ja doktoriõpe puidutöötlemise tehnoloogia erialal jne.

Missiooni selgituse sõnastamise käigus võib selguda vajadus missiooni täpsustada. Missioon ja selgitus on valmis alles siis, kui kõik kasutatud mõisted on lahtimõtestatavad, realistlikud, läbiarutatud ja teadusasutuse töötajatele arusaadavad.

## 2. Visioon

Organisatsioonil peab olema **ühtne** tulevikunägemus, mille saavutamisele on suunatud kogu teadusasutuse tegevus. Visioon annab ettekujutuse organisatsiooni ambitsioonidest, kaugematest eesmärkidest ning loob seosed praeguse ning tulevase olukorra vahel. Visioon peaks olema seotud missiooniga ning esitada pikaajalisi eesmärke üldistatud kujul. Visiooni miinimumpikkuseks on üks lause, optimaalseks pikkuseks neli-viis lauset ja maksimaalseks soovitavaks pikkuseks kümme lauset. Visiooni rolliks on teavitada ja motiveerida töötajaid, kliente ja koostööpartnereid. Visiooni sõnastamine võimaldab töötajatel mõtestada oma rolli organisatsiooni ees seisvate ülesannete lahendamisel.

### Näide:

Meie organisatsiooni visiooniks on olla kahe aasta pärast Euroopa tuntuim ja tunnustatuim EPOC-programmeerimise tehnoloogiate valdaja, arendaja ning õpetaja.



### 3. Informatsiooni hankimine ja intervjuude läbiviimine

**Ettevõtete ja teiste koostööpartnerite visioonid**, tegevusvaldkonnad, vajadused ja soovid kaardistatakse intervjuude läbiviimise teel. Ettevõtete võtmeisikute küsitlemine võimaldab teadusasutusel luua parema ülevaate tehnoloogia arengusuundadest. Umbes 10–12 olulise ettevõtte esindaja intervjuerimine annab piisavalt usaldusväärse ettekujutuse turu vajadustest. Nii kindlustatakse **ka partnerite visioonide lülitamine tehnoloogiastrateegiasse**.

#### Intervjuud ettevõtete esindajatega

Ettevõtete esindajatele tuleks esitada järgmisi küsimusi:

1. Mis on olulised arengusuunad ettevõtte põhitegevuses ja mis tagab edukuse rahvusvahelises kontekstis?
2. Milliseid globaalseid tehnoloogiasuundumusi ja arengusamme on võimalik juba praegu näha ja oodata?
3. Kas ettevõtte tegevusvaldkonnas on tulemas tehnoloogilisi läbimurdeid?
4. Kas ettevõttel on eristavaid oskusi või tehnoloogilisi erijooni? Millisele riigile kuulub juhtiv roll ettevõtte tegevusvaldkonnas?
5. Millised on ettevõtte ja tema tegevusvaldkonna vaatepunktist kesksed suunad, millele tuleks õpetamises ja uurimistöös keskenduda?
6. Milliseid konkreetseid arengu- ja uurimisvaldkondi tuleks praegu uurida või arendada?
7. Kuidas soovib ettevõtte arendada koostööd teadusasutusega?
8. Milliste teadusasutustega teeb ettevõtte koostööd?
9. Kui kõrgelt hindab ettevõtte kraadiõppe taset: õppekavade sisu, ajakohasust ja lõpetanute oskuste taset?
10. Kui kõrgelt hindab ettevõtte teadusasutuse tehnoloogiavaldkonnas tehtud
  - alusuuringuid;
  - tehnoloogiasiiiret;
  - üliõpilaste praktikat, diplomitöid;
  - tootearendustööd;
  - täiendkoolitust.

## Intervjuud töötajatega

Lisaks ettevõtetes läbiviidavatele intervjuudele on vaja välja tuua ka teadusasutuse töötajate arusaamad ja visioonid. Võimalikult lai küsitletavate ring annab **mitmekülgse ülevaate organisatsiooni vajadustest ning võimalustest** ja lihtsustab töötajate **sidumist** strateegiliste valikutega ja nende teostamisega. Soovitatav on küsitleda 10-20 töötajat.

Töötajate arvamusi võiks uurida järgmistes küsimustes:

1. Millistel alustel peaks liigitama praegusi tegevusi? Kas
  - a. tehnoloogiavaldkondade kaupa,
  - b. uurimisvaldkondade kaupa,
  - c. rakendatavate projektide kaupa,
  - d. õpetatavate valdkondade kaupa?
2. Millises valdkonnas ülalnimetatutest küsitletav tegutseb?
3. Millistes tegevusvaldkondades on organisatsioonil väga head oskused? Millises uurimis-, arendus- või tehnoloogiavaldkonnas on rahvusvaheliselt tunnustatud oskused?
4. Millised valdkonnad valiks küsitletav võtmevaldkondadeks ehk valdkondadeks, milles üksusel on head oskused ja kus tehakse konkurentsivõimelist uurimistööd?
5. Millistes uurimisvaldkondades viiakse läbi alusuuringuid ja millistes tegevusvaldkondades rakendusuuringuid või tootearendust?
6. Kas teadusasutusel on väga spetsiifilisi ning põhjalikke oskusi, mis on tuntud Euroopas või ülemaailmselt?
7. Millised on tööstusvaldkonnad, millel on kasu üksuse uurimistööst? Kellega teeb üksus koostööd?
8. Milliseid globaalseid ja rahvuslikke arengusuundi on töötaja tehnoloogiavaldkonnas täheldanud? Üldtrendid, tehnoloogiat puudutavad trendid.
9. Milline on küsitletava visioon selle kohta, kuhu võib teadusasutuse tehnoloogiaalaste oskuste areng jõuda viie aastaga?
10. Millised märkimisväärsed projektid on hetkel töös?
11. Kui aktiivne on rahvusvaheline koostöö küsitletava erialal?
12. Millised on teiste kõrgkoolide teadusasutuste oskuste valdkonnad (kodumaal/välismaal)?
13. Millised peaksid olema uuringute ja õpetamise omavahelised seosed? Kuidas need peaksid kajastuma koolitusprogrammides?
14. Kuidas peaks arenema koostöö ettevõtetega?
15. Kas küsitletav teab mõnda perspektiivset võimalust, mille kasutamist peaks teadusasutus tehnoloogia arendamisel kindlasti kaaluma?

## 4. Arengusuunad ja tehnoloogilised *roadmap*id

### 4.1. Arengusuunad

Pidevalt muutuv ja globaliseeruv ühiskond pakub rohkem võimalusi, kui mistahes organisatsioon suudab omaks võtta või rakendada. Seetõttu tellivad paljud edukad ettevõtted osa teenuseid väljastpoolt – kitsa valdkonna arendamisele spetsialiseerunud ettevõtetelt ja teadusasutustelt.

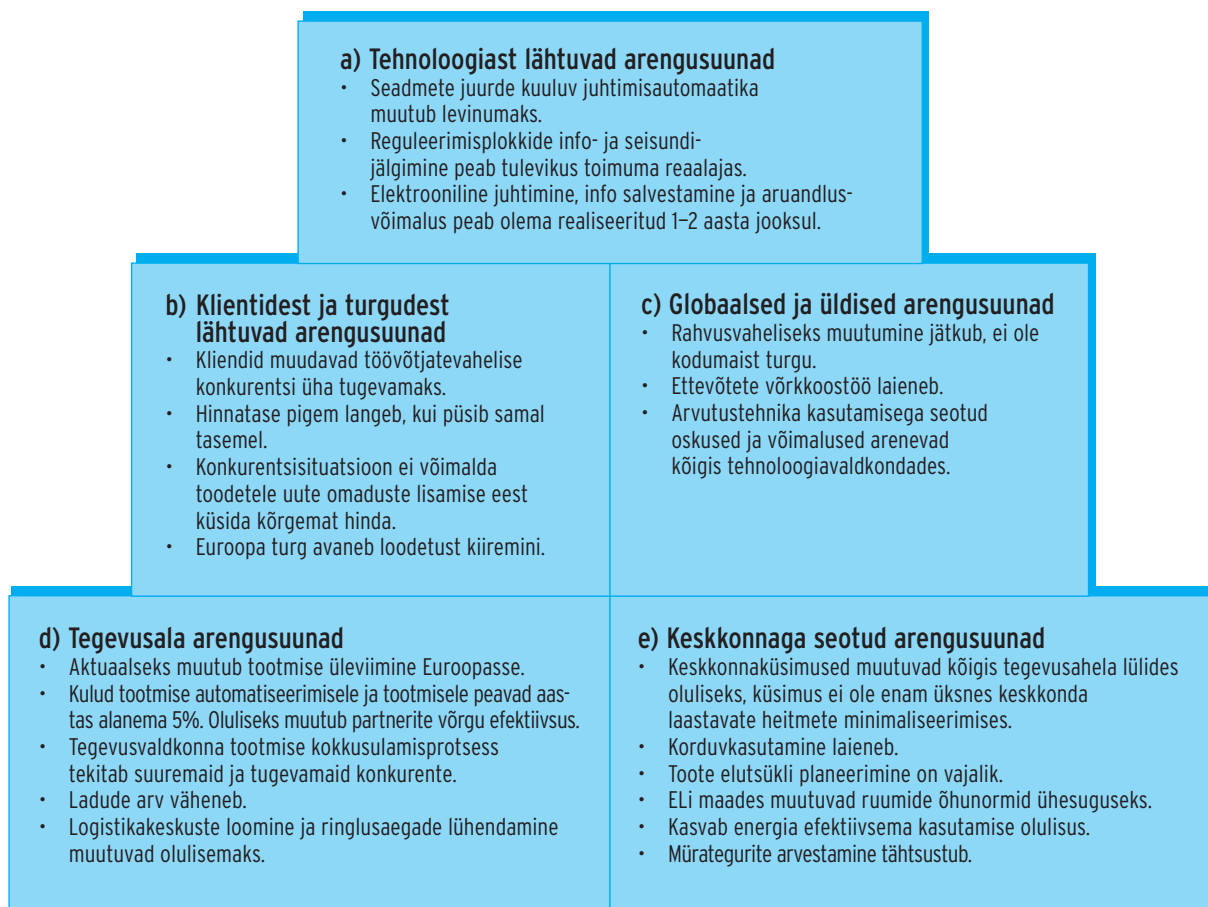
Teadusasutuse jaoks on oluline jälgida erinevaid tehnoloogilisi suundumusi ning neid nii faktidele tuginedes kui ka intuitiivselt analüüsida. Seejärel tuleb valida need valdkonnad ja võimalused, mille rakendamine tagab organisatsiooni arengu.

Arengusuundi tasub jälgida süstemaatiliselt, jagades neid viide rühma:

- a) tehnoloogiast lähtuvad arengusuunad;
- b) klientidest ja turgudest lähtuvad arengusuunad;
- c) globaalsed ja üldised arengusuunad;
- d) tegevusala arengusuunad;
- e) tegevuskeskkonnaga seotud arengusuunad.

Ka pärast arengusuundade määramist on muutuste täpne ennustamine võimatu, kuid selle protsessi tulemusena paranevad eeldused muutustega kohaneamiseks. Analüüsi tulemusena võib muutus osutada pigem võimaluseks kui ohuks. Järgnevalt on toodud näide ehitusmaterjalide tööstuse valdkonnast.

## Näide: Ehitusmaterjalide tööstuse arengusuundade klassifitseerimine



## 4.2 Tehnoloogilised *roadmap*id

Tehnoloogiastrateegia keskseks ülesandeks on anda organisatsioonile võime rakendada keskkonnamuutuste tulemusena tekkivaid võimalusi ning vältida muutustest tulenevaid ohte.

Kuidas tagada teadusasutuse informeeritus rahvusvaheliste tehnoloogia arengusuundade osas?

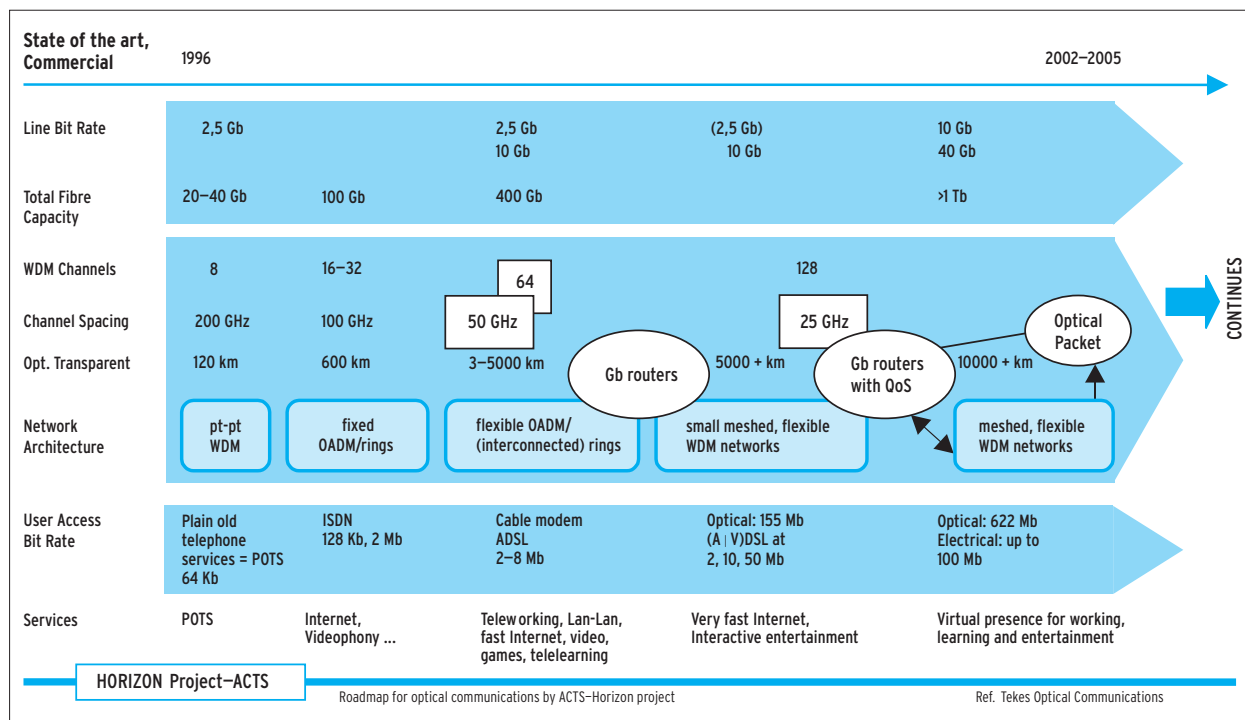
Oluline töövahend arengusuundade jälgimisel on tehnoloogiline *roadmap*, mille ülesanne on kaardistada klientide vajaduste ning nende vajadustega seotud tehnoloogiate arenguid 2 - 5 aasta perspektiivis.

*Roadmap*id võimaldavad:

- saada aru tehnoloogiavaldkonnast ja klientide vajadustest;
- määrata tehnoloogia edasised arenguetapid;
- ajastada oma tegevust vastavalt valdkonna üldisele arengule.

*Roadmap*ide koostamisel peaksid teadusasutused tegema koostööd kodumaiste ja rahvusvaheliste koostööpartneritega nii ettevõtete kui teadusasutuste hulgast.

### Näide: Infotehnoloogia valdkonna *roadmap* optilise andmeedastuse kohta



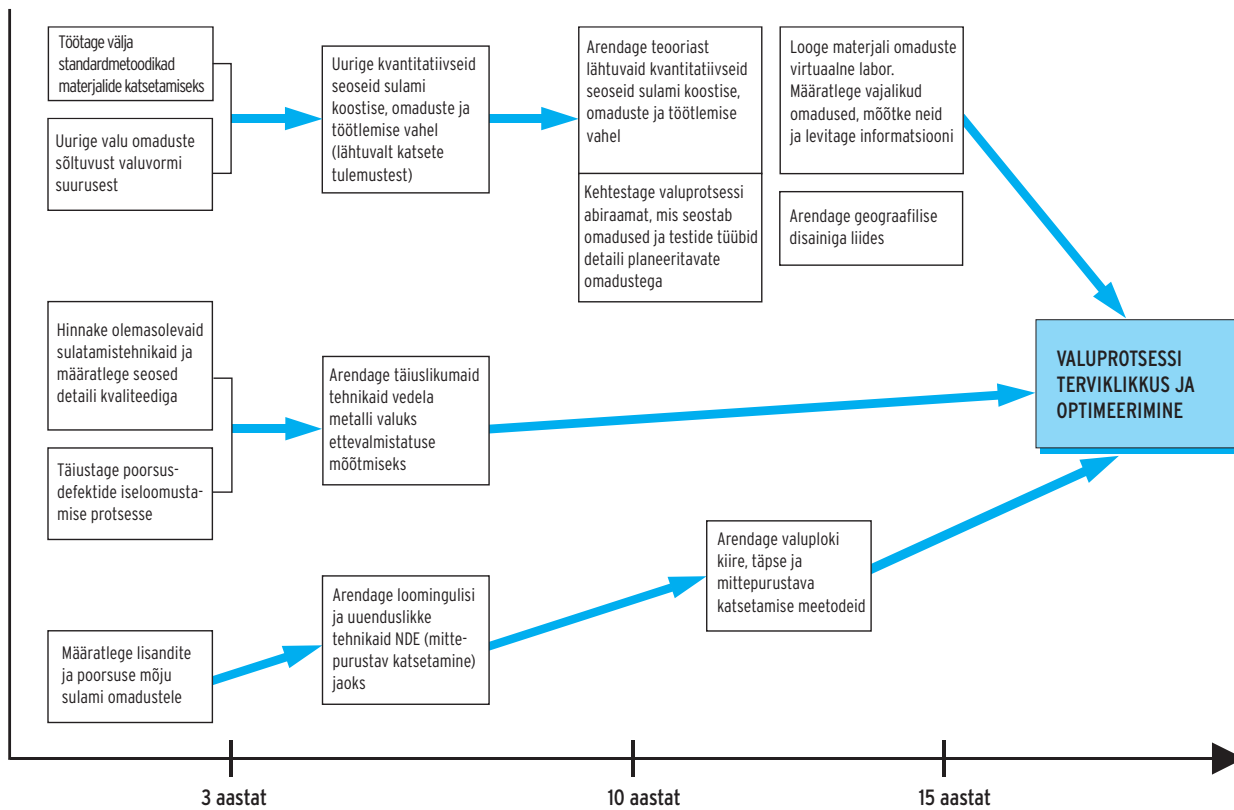
## Näide: Tasku- ja kantavate eetrisideseadmete *roadmap*

Periood	-2005	1999 -2007	2005-2010
Vajadused	Tasku- ja kantavate seadmete kasutusomaduste ja -mugavuse pidev areng		
Stsenaariumid	Üksikseadmed: mobiiltelefonid, PDA (tasku PC), GPS , protsessor-kaardid, raadio, proffide eriseadmed	Seadmed sides, telefonarvuti (kommunikaatorid, telefonnavigaatorid, elektrontrükised	Eetri kaudu süsteemidesse ühendatud, kaasasolevad füüsiliselt mittemärgatavad seadmed
Tehnoloogiad		Infoteenused, tasuline andmeside, elektronpost, hea kasutatavus ja keskkonnan-teenused	Multimeedia
Sisu/meediad	Kõne, SMS		
Andmeside	GSM, HSCSD, GPRS	Isehäälestuvad liidesed, SyncML standardil võrgud, asukohamääramistehnika, 3-põlvkonna mobiilside (UMTS)	Seadmete eetrivõrguühendused, kehavõrgud
Programmid	Seadmele või rakendusele kohaldatud sisseehitatud programmid	Lehitsemisliidesed, pihuarvuti ja telefoni op-süsteemid (EPOC, Palm Os, Windows CE, WML/WAP, MPEG4)	Kõnetuvastus, masinnägemine ja -reaalsustunnetus
Elektronika	Signaaliprotsessorid, riist ja tarkvara integraallahendused, kodeerimine	Riietusse kohandatud arvutisüsteemid, miniatuursed megamälud	Süsteemid kiibil, ravimimanustus (MEMS), mikroõimsusega elektroonika, arvutipõhised raadiotehnikalahendused
	Jätkuv miniaturiseerimine, mikro-, mikro-nano ja nanokomponendid, uued näidikud ja toiteallikad.		

## Näide: Liikuvatele kasutajatele osutatavate teenuste *roadmap*

Periood	-2005	1999 -2007	2005-2010
Vajadused	Liikuvad kasutajad soovivad kasutada igal pool, igal ajal ja liikvel olles samasuguse kvaliteediga rakendusi, teenuseid või informatsiooni nagu kodus või tööl.		
Stsenaariumid	Põhiseadmega koos kavandatud teenused	Põhiseadmest sõltumatud teenused	Olukorrale kohanevad teenused
Tehnoloogiad			
Sisu/meediad	Tekstisõnumid, e-post, m-kaubandus, reklaam, võrguteenused, piltsõnumid	Teenust realiseeriva süsteemi kohandatus põhiseadmele sobivaks, parem kasutatavus ja rikkam sisu	Lisaväärtusi tootvad teenused, olukorra-, aja-, koha- ja isikukohased teenused; kasutajakeskus
Andmeside	SMS, Wap, iMode, GPS, GSM andmeside, HSCSD, GPRS, UMTS	Traadita ja traadiga Internetiga liitumine; Teenuseprotokollid ( <i>Jini, UpnP, Bluetooth</i> )	Konvergent; võrkude ja põhiseadmete eetri vahendusel koostöö, <i>Bluetooth</i> , kasutajaseadmete traadiga ja traadita võrguliidesed, kodulektronika, riided, autod, GSM asukohamäärang
Programmid	XML, Java	Elektronsed väikemaksed, MeT ( <i>Mobile electronic Transactions</i> , mobiilsed e-tehingud)	<i>Ubicompoting</i> : "rätsepatehnoloogiad", mobiiliagendid, kasutaja autentimine, elektronmaksete turvalisus

## Näide: Valutehnoloogia roadmap



Allikas: Metalcasting Industry Technology Roadmap by Cast Metal Coalition of the American Foundry Society, North American Diecasting association, Steel Foundrymen's Society of America, US. Department of Energy

## 5. Tegevusvaldkond ja turg

Tehnoloogia kiire areng ning uute läbipõimunud teadusharude lisandumine on muutnud tegevuskeskkonna arengu jälgimise varasemast keerulisemaks. Seetõttu on oluline kaardistada teadusasutuse tehnoloogiate alternatiivsed kasutusvaldkonnad.

Turundus on saanud oluliseks protsessiks ka kõrgkoolide tegevuses. Turundustegevus muutub märkimisväärselt lihtsamaks, kui teadusasutusel on terviklik ülevaade oma turust.

### Näide: Automatiseerimisvaldkonna turg

- **Automatiseerimise alamvaldkondadeks võivad olla**
  - avatud automaatsüsteemid
  - kasutajaliidesed
  - standardsete detailide (masstoodangu komponentide) kasutamine ja kohandamine automatiseerimises
  - süsteemintegratsioon
- **Meetodite uurimine**
  - neurovõrgud või närvivõrgud
  - optimeerimine
- **Paberitootmine**
  - protsessijuhtimine
  - kompleksed seadistusmeetodid
  - modelleerimine (näiteks režiimivahetus)
- **Robotika**
  - mikrorobotid
  - intelligentne servotehnika

Nendele tegevusaladele vastavad järgmised tegevusvaldkonna segmendid:

- Tootja**
  - süsteemide projekteerijad
  - masinaehitajad
  - detailide valmistajad
- Kasutajad**

Tegevusvaldkonnad:

  - metallitööstus
  - paberitööstus
  - metsatööstus
  - mäetööstus
  - toiduainetööstus
  - elektroonikatööstus
- Kaubandus**
  - maaletoojad (hüdraulika- ja pneumaatikakomponendid)
  - vahendusagendid
- Projekteerimine**
  - inseneribürood

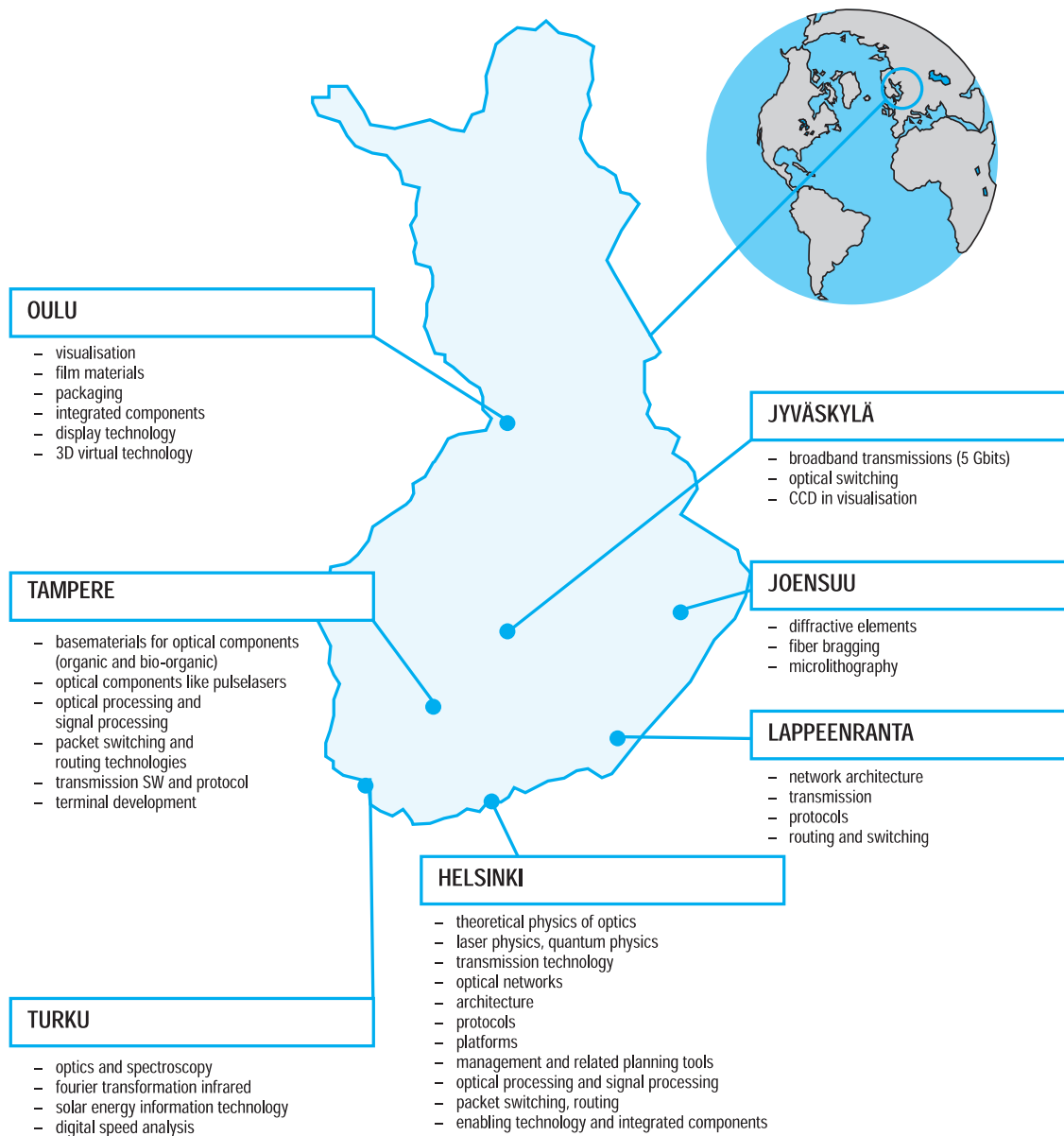


## 6. Konkurentsivolukord ja koostööpartnerid

Eesti **uurimisressursid** on küllaltki **piiratud**. Kõrgetasemelised oskused, mis tagavad konkurentsieelise, on saavutatavad vaid **spetsialiseerumise** abil. Tuginedes organisatsiooni spetsiifilistele kompetentsidele, on võimalik üldjoontes kaardistada enamus teadusasutusi/ettevõtteid, kes tegutsevad konkreetses tehnoloogiavaldkonnas. Selline kaart on orientiiriks **tööjaotuse ja koostöö planeerimisel**.

Allpool on toodud näide Soome kõrgkoolide spetsialiseerumise kohta ühes tehnoloogiavaldkonnas.

### Näide: Soome kõrgkoolide tegevus- ja arendusvaldkonnad optilise andmeside valdkonnas



## 7. Arendusvaldkondade fookus

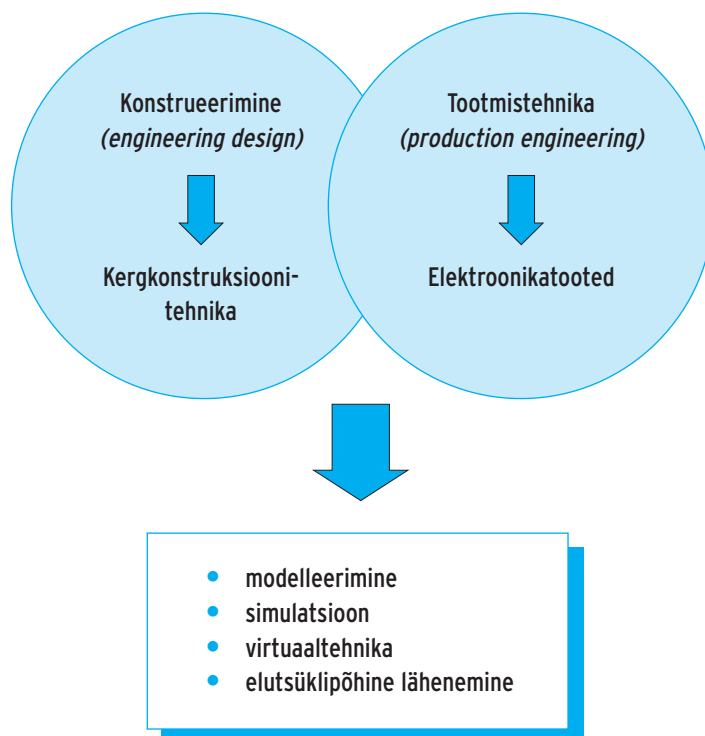
Teadusasutuse jaoks on oluline valida nii teadustöö kui ka õpetamise seisukohast teadusasutuse tegevus- ja arendusvaldkondade fookus. Valikul tuleb tähelepanu pöörata:

- tehnoloogia arengule;
- valdkonna kasvupotentsiaalile;
- valdkonna ajakohasusele – tulevikupotentsiaalidele;
- tööstuse vajadustele.

### Kõigele ei saa keskenduda

On võimatu üheaegselt säilitada teadustöö rahvusvahelist taset kõigis olemasolevates tegevussuundades ning samaaegselt arendada uusi valdkondi. Tuleb teha valikud ning loobuda valdkondadest, mille arengul puudub perspektiiv või kus organisatsioon ei ole piisavalt konkurentsivõimeline. Teadusasutuse arengu seisukohast on oluline õigeaegselt identifitseerida uued perspektiivikad valdkonnad.

### Näide: Masinaehitus - tegevus- ja arendusvaldkonnad



## 8. Tehnoloogiapüramiid

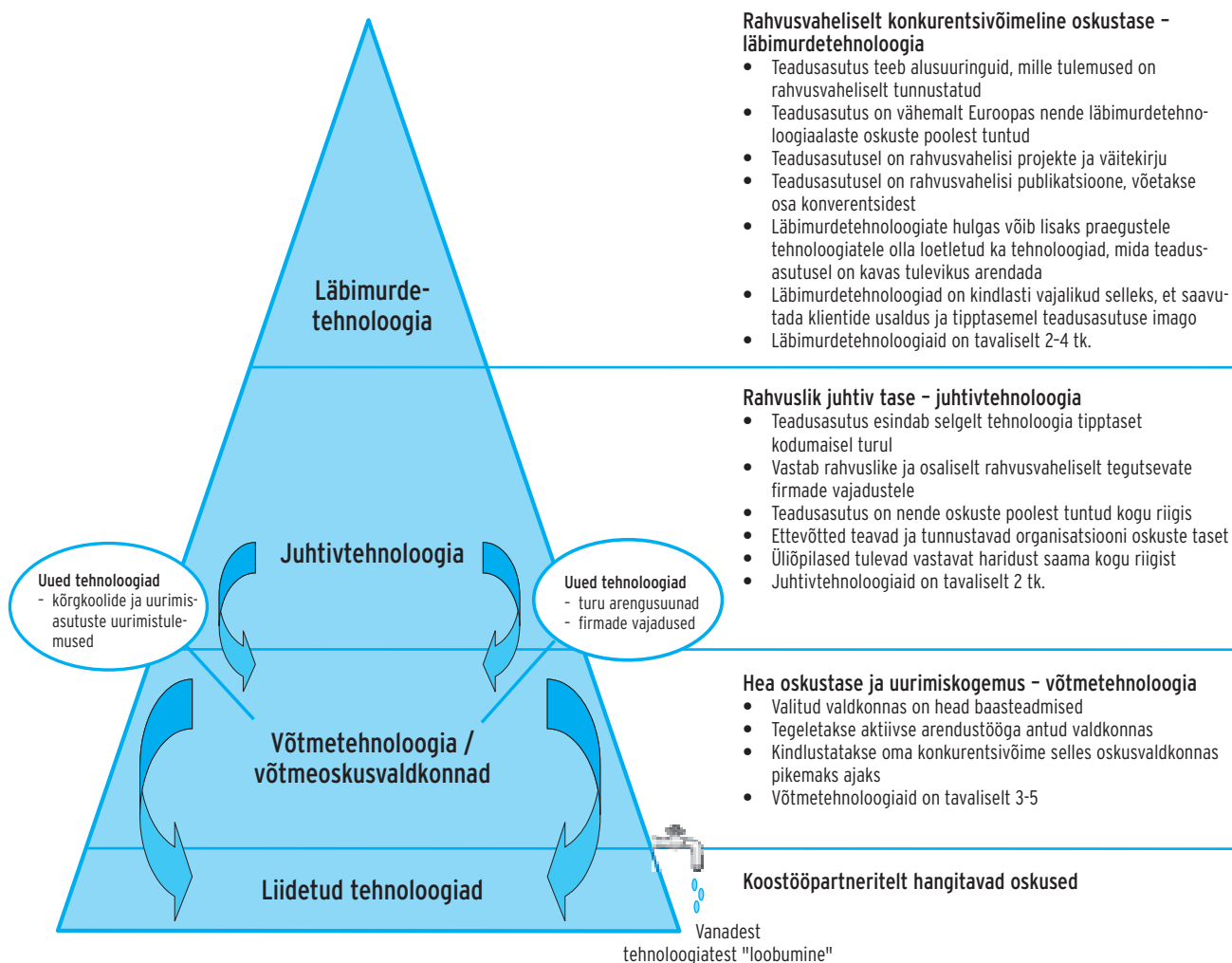
**Tehnoloogiapüramiid** kirjeldab teadusasutuse **põhioskused** andes visuaalselt ülevaate teadusasutuse tehnoloogilise ja teadusliku kompetentsi tasemest. Püramiidi võib lisada ka tulevase **soovitud olukorra** ning kirjeldada võtmetehnoloogiatena ja juhtivtehnoloogiana valdkondi, milles juba tegutsetakse, kuid milles ei olda veel konkurentsivõimelised.

Tehnoloogiapüramiid määratleb teadusasutuse oskused ja segmenteerib need konkreetseks, lihtsustatud ja ülevaatlikku vormi.

### Tehnoloogiapüramiidi dünaamika

Tüüpilisemateks muutusteks on:

- võtmetehnoloogiate hulka lisandub uusi tehnoloogiavaldkondi, mille arendamist peab teadusasutus konkurentsivõime säilitamise seisukohast oluliseks. Need võivad välja areneda või kasvada ettevõtete toimunud koostööst;
- võtmetehnoloogia valdkonnad, mille arendamist teadusasutus ei pea enam oluliseks, liigitatakse liidetud tehnoloogiateks ja nendega seonduv arendustöö tellitakse partneritelt;
- arenemisvõimelisi ja tulevikus edukaid tehnoloogiaid arendatakse juhtiv- ja läbimurdetehnoloogiateks.



**Joonis 5.** Tehnoloogiapüramiid on pilt organisatsiooni tehnoloogiliste oskuste valdkondadest, soovitud olukorrast ja arendustöö dünaamikast.

Tehnoloogiapüramiidist saadav kasu seisneb järgmises:

- Tehnoloogiapüramiid annab nii oma töötajatele kui ka partneritele selge ülevaate teadusasutuse tegevussuundadest.
- Tehnoloogiapüramiid näitab, millistes tehnoloogilistes valdkondades asuvad organisatsiooni **põhioskused** (võtme-, juhtiv- ja läbimurde-tehnoloogiad).
- Tehnoloogiapüramiid võimaldab hinnata teadusasutuse kompetentside ulatust ja terviklikkust võtmetehnoloogiast läbimurdetehnoloogiateni.
- Igal uurimisrühma **liikmel** on võimalik saada ülevaade sellest, kuidas tema uurimisvaldkond on **seotud** kogu organisatsiooni tehnoloogilise kompetentsiga.
- Tööstusele on võimalik kergesti kommunikeerida, millist abi konkreetselt teadusasutuselt võib saada.
- Finantseerijad oskavad kergesti hinnata, kas uus, rahastatav uurimisvaldkond on seotud teadusasutuse kompetentsiga ja kuivõrd oluline on see teadusasutuste konkurentsivõime tagamisel.

## 8.a. Liidetud tehnoloogiad

Järjest valdavamaks on saanud keskendumine väga kitsale oskuste alale või võtmetehnoloogia valdkonnale. Nii tagatakse oma konkurentsivõimeline areng kasutades olemasolevaid majandus- ja inimressursse. Valiku tegemine on vältimatu, sest kõiki tehnoloogiaid ei ole võimalik ise hallata või arendada. Teadusasutustel on soovitatav alustada kasutatavate tehnoloogiate jagamisega kahte:

- tehnoloogiavaldkonnad (võtme-, juhtiv- ja läbimurdetehnoloogiad), kus teadusasutus teostab uurimusi ise ja arendab edasi oma oskusi ja tehnoloogiat
- **liidetud tehnoloogiad**, mida teadusasutus vajab uurimistöö läbiviimiseks, kuid mida ta ise ei uuri ega arenda.

Keskendumine põhitegevusele aitab luua tihedaid partnersuhteid, mille korral partneri vastutusvaldkonnaks on mingi kindla liidetud tehnoloogia haldamine.

Tehnoloogiate arenedes võib teadusasutus mõne liidetava tehnoloogia muuta oma võtmetehnoloogiaks, näiteks võib rakendusmatemaatika tõusta elektroonika valdkonna teadusasutuse võtmetehnoloogiaks.

### Näide: Elektrienergiatehnika instituudi liidetud tehnoloogiad

ELEKTRITEOORIA	ELEKTRONIKA	INFOTEHNOLOOGIA	ENERGIA- JA PROTSESSITEHNIKA
LOODUSTEADUSED - füüsika - matemaatika	AUTOMAATJUHTIMINE - seadistustehnoloogia - mõõtetehnika	TOOTMISÖKONOOMIKA - tootmistehnoloogia ja -tehnik - tööstusökonomika	MATERJALI-TEHNOLOOGIA

## 8.b. Võtmetehnoloogiad

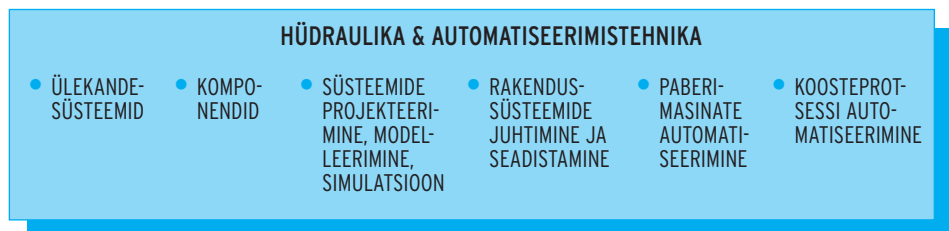
Võtmetehnoloogiatena on määratletud need tehnoloogiavaldkonnad, milles teadusasutusel on olemas pikaajalised oskused ja uurimiskogemused ehk **tugevad põhioskused**.

- Võtmetehnoloogia valdkonna **tundmine on teadusasutuse tuleviku seisukohast määrava tähtsusega**. Kui võtmetehnoloogia valdkonna arengus jäädakse maha või ei märgata selle asendumist teise tehnoloogiaga, võib ohtu sattuda teadusasutuse konkurentsivõime tervikuna ja tegevuse jätkumine.
- Võtmetehnoloogia valdkonnas on põhjust jälgida kogu maailmas toimuvaid arenguid ning samuti võimalikke tulevasi asendavaid tehnoloogiaid. Seda on hea teha *roadmap*'ide jälgimise teel.
- Võtmetehnoloogia valdkonnas viib tehnoloogiat ja selle arenemist edasi teadusasutus ise.
- Selles valdkonnas on kõige kõrgemal tasemel esindatud teadusasutuse **põhioskused**, millega ühtlasi **kaitstakse oma konkurentsivõimet**.
- Kõrgkooli teadusasutustel on tavaliselt vaid 3-5 võtmetehnoloogiavaldkonda.

Võtmetehnoloogia võib olla määratletud küllaltki laialt, näiteks:

- vesihüdraulika;
- keraamilised materjalid;
- metallkonstruktsioonid (ehitus);
- signaalide töötlemine.

### Näide: Hüdraulika ja automatiseerimise võtmetehnoloogiad



## 8.c. Juhtivtehnoloogiad

Juhtivtehnoloogiad arenevad välja ehk "kerkivad" võtmetehnoloogiate hulgast.

- Juhtivtehnoloogiad nõuavad tehnoloogia valdkonnas tipptasemel oskusi **oma riigis**.
- Koostööpartnerite hankimisel eeldab tööstus sageli juhtivtehnoloogiaalaseid oskusi uurimistöö **kõrge kvaliteedi tagamiseks**.
- Juhtivtehnoloogiad nõuavad keskendumist ja spetsialiseerumist.
- Teadusasutused teevad juhtivtehnoloogia valdkonnas tavaliselt nii siht-uuringute ja tehnoloogiasiirde alast koostööd kui ka viivad läbi alusuuringuid.
- Juhtivtehnoloogiad tõusevad võtmetehnoloogiate hulgast esile pikaajalise spetsialiseeritud uurimistöö tulemusel.
- Kõrgkoolide teadusasutused tegelevad tavaliselt 2-5 juhtivtehnoloogiaga, olenevalt teadusasutuse suuruselt.

Juhtivtehnoloogiad on võtmetehnoloogiatega võrreldes juba tunduvalt kitsamad ja täpsema profiiliga. Näiteks:

- triboloogia;
- määrdekihtide moodustumine pindade vahelises liikumises;
- poorsete keraamiliste materjalide ja nende omaduste testimine;
- konstruktiivkeraamiliste materjalide ehituse ja omaduste testimine;
- signaalide käsitlemine;
- lineaarsed ja mittelineaarsed signaalide töötlemise algoritmid.

### Näide: Keraamiliste materjalide ja pinnatöötlusmaterjalide uurimisrühma läbimurdetehnoloogiad

- POORSETE KERAAMILISTE MATERJALIDE JA NENDE OMADUSTE TESTIMINE
- konstruktiivkeraamiliste (*constructional ceramic materials*) materjalide ehituse ja omaduste testimine

- TERMILINE PIHUSTAMINE (*thermal spray*)
- pinnatöötlusmaterjalide valmistamine
- järeltöötlus

- PIHUSTATAVAD ÕHUKESED KILED (*sprayed thin films*)

- HFCVD-KRISTALLILINE TEEMANT

## 8.d. Läbimurdetehnoloogiad

Läbimurdetehnoloogiad esindavad eriti **kitsalt spetsialiseeritud, unikaalseid** oskusi. Läbimurdetehnoloogiaid iseloomustavad:

- Tihedad seosed juhtivtehnoloogiaga ja väga spetsialiseeritud uurimistöödega;
- Läbimurdetehnoloogiad arendatakse välja tavaliselt **suurte investeeringute, pikaajalise töö ja kitsale uurimisvaldkonnale keskendumise** tulemusena;
- Teadusasutusel on rahvusvaheline või vähemalt Euroopa tasemel juhtiv positsioon teiste vastavate teadusasutuste hulgas;
- Teadusasutus on rahvusvaheliselt tuntud just selle kitsa uurimisvaldkonna ühe rahvusvahelise tipuna;
- Teadusasutus suudab näidata, et ta oskab protsesside juhtimise ja strateegia kavandamise kaudu toota läbimurdetehnoloogiaid võtme- ja juhtivtehnoloogiate hulgast. **Läbimurdetehnoloogiate omamisel on märkimisväärne tähtsus organisatsiooni imagole ja turundusele.** Tiptasemel teadusasutused hoolitsevad oma läbimurdetehnoloogia väljapaistmise ja selle tutvustamise ning esitamise eest avalikkusele;
- Läbimurdetehnoloogiate valdkondades teeb teadusasutus ka alusuuringuid;
- Teadusasutustel on läbimurdetehnoloogiaid tavaliselt 0-3.

Erinevate teadusasutuste läbimurdetehnoloogiate näideteks võiksid olla:

- mudel-ennustav reguleerimine;
- mitmefunktsioonilised ASIC-tehnoloogiad;
- termiline pihustamine;
- kontaktdünaamiline mehhanismide modelleerimine.

### Näide: Infotehnoloogia läbimurdetehnoloogiad

★ FORMAALSED ★  
MEETODID

★ LINEAARSED JA ★  
MITTELINEAARSED  
SIGNAALITÖÖTLUS-  
ALGORITMID

★ VÕRGUPÕHISED ★  
MULTIMEEDIA  
TERVIKLAHENDUSED

## 9. Näiteid tehnoloogiapüramiididest

### MATERIALS TECHNOLOGY

★ Thermal spraying and thermal surface treatment  
 - Surface hardening treatments

★ Ceramic membranes for hot gases

★ HIGH TEMPERATURE FATIGUE

★ Modelling and simulation  
 - Electron microscopy, contrast image  
 - Long lasting stability

Läbimurdetehnoloogiad

● CHARACTERIZATION OF MATERIALS  
 - microstructure  
 - surface structure  
 - error analysis  
 - elastic modulus

● MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS  
 - fatigue  
 - wearing  
 - viscoelasticity  
 - rheology

● NEW METAL MATERIALS  
 - development of metal alloys  
 - metals coupling  
 - reaction of synthesis

● POROUS CERAMIC MATERIALS  
 - design of microstructure

● PLASTIC COMPOSITE MATERIALS  
 - spray casting  
 - fibrous consolidating

● COATING TECHNOLOGY  
 - Thermal spraying  
 - PVD

● CASTING TECHNOLOGY  
 - continuous shuttering casting

Juhtivtehnoloogiad

● DESIGN MATERIALS (structure, properties and selection of materials)  
 - Metallic materials  
 - ceramics  
 - polymers  
 - composites of previous materials  
 - surface processing materials  
 - functional materials  
 - electrical materials

● CHARACTERIZATION AND TESTING  
 - microscopy and microanalysis  
 - mechanical properties  
 - fatigue, fracture behaviour  
 - wearing and mechanisms

- corrosion and corrosion resistance  
 - high temperature properties  
 - electrical and temperature properties  
 - functional properties

● MATERIAL PREPARATION TECHNOLOGIES  
 - casting technology  
 - mechanical alloys and RS-technologies  
 - reaction synthesis  
 - surface covering technologies, CVD (chemical vapour deposition)  
 - ceramic manufacturing technologies  
 - compound technologies (welding, adhesion)  
 - powder manufacturing  
 - plastic smelting technologies  
 - reusability

● COMPUTER TECHNOLOGY OF MATERIALS  
 - modelling, simulation, visualisation  
 - process modelling  
 - materials selection  
 - design of microstructure

Võtmetehnoloogiad

● COMPUTER DESIGN  
 ● MANUFACTURING TECHNOLOGY  
 ● CONTROL TECHNOLOGY  
 ● COMMON MECHANICS  
 ● INFORMATION TECHNOLOGY  
 ● BUILDING TECHNOLOGY

● TECHNOLOGY OF ELECTRIC ENERGY TRANSFER  
 ● PAPER MANUFACTURING TECHNOLOGY  
 ● MEASURING TECHNOLOGY  
 ● AUTOMATION OF MANUFACTURING PROCESSES  
 ● ELECTRONICS

● THEORETICAL ELECTRICAL ENGINEERING  
 ● ENERGY MANUFACTURING TECHNOLOGY  
 ● CHEMISTRY  
 ● PHYSICS  
 ● MEDICINE AND BIOMEDICINE

● FILTRATION TECHNOLOGY  
 ● MATHEMATICS (MODELLING) TECHNOLOGY OF MANUFACTURING PROCESSES  
 ● TRIBOLOGY  
 ● ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

Liidetud tehnoloogiad



# ELEKTROONIKA

## Läbimurdetehnoloogiad

★ Täiturite, andurite ja kasutusliideste tehnoloogiad ★

★ Multifunktsionaalsed ASIC-tehnoloogiad ★  
(multifunktsionaalsed rakendusotstarbelised integraallülitused)

## Analoog- ja digitaalkomponente sisaldavate mikrooskeemide projekteerimine

- segatehnoloogiad
- digitaalsed spetsiaalstruktuurid
- tööstuslik ühiline-raadioside tehnoloogia

## Moodsad liitsüsteemid

- iseõppivad, intellektuaalsed ja adaptiivsed süsteemid
- liit tehnoloogial põhinev projekteerimine
- uued kasutusliidised
- protsessor- ja kontrollersüsteemid

## Juhtivtehnoloogiad

## Võtme- tehnoloogiad

### IC-PROJEKTEERIMINE

- projekteerimismeetodid
- analoogskeemid
- analoog- ja digitaalskeemid
- analoog- ja digitaalkomponente sisaldavad mikro-skeemid
- kiiretoimelised skeemid
- uued pooljuhttehnoloogiad
- väikesevõimsuselised tehnoloogiad

### KIIRETOIMELINE ELEKTROONIKA

- raadioside projekteerimis-meetodid
- analoogtehnik
- spetsiaal-digitaalstruktuurid
- raadio-elektronika (ühilaineside, tööstuslik)
- elektromagnetilise ühilduvuse (EMC) süsteemid

### MEHHAATROONIKA

- liit tehnoloogial põhinev projekteerimine
- täiturseadmete juhtimine
- andurite elektronika
- intellektuaalsed ja hajus-süsteemid
- elektronika töökindlus

### LIITSÜSTEEMID

- süsteemi projekteerimine
- protsessorid ja kontrollid
- tarkvara
- abiseadmed ja -tehnoloogiad
- kasutusliidised (riistvara ja tarkvara)
- DFMA= tootmis- ja koostamiskeskne projekteerimine

### TOOTMISTEHNOLOOGIA

- tootmismeetodid
- koostamise automaatsiirimine
- tootmis- ja koostamiskeskne projekteerimine
- komponenttehnoloogiad

## MIKROELEKTROONIKA

## TÖÖTUSELEKTROONIKA

1. Programmeerimine
2. Infovahetus
3. Digitaalsignaali töötlus

## Liidetud tehnoloogiad

4. Mikromehaanika (pakkimise tehnoloogia)
5. Arvutite arhitektuur
6. Kolmemõõtmeline graafika

7. Algoritmid
8. Mikromehaanika
9. Materjalide tehnoloogia

10. Matemaatika
11. Füüsika
  - pooljuhtide füüsika
  - materjalide füüsika

# OPTICAL TECHNOLOGY

## Läbimurdetehnoloogiad

- ★ QUANTUM OPTICS
- ★ DIFFRACTIVE OPTICS
- ★ OPTICAL STANDARDS
- ★ OPTICAL MICROSYSTEMS

- HIGH POWER LASERS
- OPTICAL FREQUENCY STANDARDS

- INVESTIGATION OF MICROSYSTEMS (MICROMECHANICS)
- NANO-OPTICS - NANOSTRUCTURES
- QUANTUM-DOT LASERS

- THEORETICAL OPTICS
- POLYMER PHYSICS
- POLYMER LASERS

## Juhtivtehnoloogiad

- LASER PHYSICS
  - Optical data processing (semiconductor diode lasers and fibre optics)
- SEMICONDUCTOR PHYSICS
  - Semiconductor diode lasers and development of semiconductor diode lasers

- OPTICAL MEASURING TECHNOLOGY
- NONLINEAR OPTICS
- OPTICAL SENSORS TECHNOLOGY
- DIFRACTIVE OPTICS
  - computation methods

- MICROELECTRONICS
  - Optical microsystems
  - Component technology
  - Materials technology (pii)
- MICROELECTRONICS, MECHANICS AND OPTICS SYNTHESIS (MEOMS)
  - Optical storage methods
  - Micro-optics
  - Micromechanics

- THEORETICAL QUANTUM OPTICS
  - Quantum mechanics
  - Theory of coherence
- HOLOGRAPHY
- OPTICAL APPARATUS

## Võtmetehnoloogiad

- SEMICONDUCTOR LASERS, PHYSICS AND TECHNOLOGY OF COMPONENTS
- TECHNOLOGIES OF SEMICONDUCTOR MANUFACTURING

- OPTOELECTRONICS
- MANUFACTURING OF OPTICAL DEVICES

- COMPONENT DEVELOPMENT
- MANUFACTURING OF DIFRACTIVE ELEMENTS

- IMAGE AND SCREEN TECHNOLOGY
- ELECTRONICS
- INFOTECHNOLOGY

## Liidetud tehnoloogiad

## 10. Tehnoloogiastrateegia mõju õppetöö organiseerimisele

Tehnoloogia strateegiline planeerimine võib hästi läbiviiduna edendada **kogu kõrgkooli** tegevust ja teenuste **taset**. Praktikas tähendab see seda, et kiiresti arenev tehnoloogiavaldkond saab endale rohkem majandus- ning inimressurse ja seeläbi ka **rohkem kasvu- ja arenguvõimalusi**. Sellega võib omakorda kaasneda näiteks vastava uue **kooleitusprogrammi** koostamine, **õppeainete** moodustamine või **doktoriõppe programmi käivitamine**.

Näidetena võib välja tuua:

- infojuhtimine
- infostruktuurid ja algoritmid
- tehisintellekt
- bioelektronika
- supramolekulaarne keemia
- nüüdisaegne kasutusliideste elektronika
- meditsiinilised biomaterjalid
- kõrgtehnoloogilised kiud
- integreeritud raadiosagedusskeemid
- rakenduselektronika doktoriõppe seminar.

Teadusasutused võiksid aktiivselt osaleda ja ka vastutada uurimustulemustel ja kogunenud tehnoloogiaalastel teadmistel põhinevate **kooleitusmaterjalide ja õppekavade** ettevalmistamise eest.

**Sel viisil tagatakse ajakohase informatsiooni pidev integreerimine õppekavadesse.**

## 11. Tehnoloogiastrateegia viimistlemine

Paljude teadusasutuste põhioskuste kohta on raske infot hankida omamata isiklikku kontakti. Samas ei ole ka suuremate teadusasutuste liikmetel täiuslikku ülevaadet kolleegide poolt uuritavatest valdkondadest. Seetõttu tuleb strateegiat **ulatuslikult** tutvustada terves organisatsioonis. Lõplik versioon töötatakse välja alles siis, kui kogu organisatsioon on saanud võimaluse kavandit kommenteerida. See aitab kaasa personali **kaasamisele** ja hiljem strateegia järjekindlale elluviimisele.

Valmis tehnoloogiastrateegiast võib **lühiversiooni** panna üles **veebileheküljele**, jagada tutvustava materjalina kõigile **partneritele**. Tehnoloogiastrateegia võiks kajastada ka PR eesmärke täitvas aastaraamatus, mis annab täiendava võimaluse tutvustada nii seniseid saavutusi kui ka tulevikuplaane.

Oma põhioskusi tuleb ise aktiivselt tutvustada. Rahvusvahelisel turul tegutsemisel on klientide ja partnerite positiivse tähelepanu äratamine võimalik vaid erinevate turustusmeetodite üheaegse kasutamise abil.

### III. Tehnoloogiastrateegia rakendamine ning täiustamine

Strateegia koostamise käigus luuakse järgmistest komponentidest koosnev kava:

- otsused, mis tuleb vastu võtta;
- uurimis- ja arendusprojektid.

Nimetatud valdkondadele tuleb määrata vastutajad ja täitmistähtajad. Nende tegevuste sihikindel läbiviimine on sama tähtis kui strateegiadokumendi enda väljatöötamine. Järgnevalt on toodud täitmisplaani kondikava.

#### Teadusasutuse tegevusvaldkonnad

Tehnoloogiastrateegia elluviimiseks vastavalt kokkulepitud kavale määratletakse konkreetsed objektid, millesse tuleb investeerida strateegia realiseerimiseks.

Investeeringud jaotuvad järgmiste valdkondade kaupa:

- **inimressursid;**
- **finantseerimine;**
- **arendusprojektid.**

#### Tegevusmudel

Teadusasutus määratleb ja täpsustab oma sisemise tegevusmudeli nii, et see **vastaks strateegiale ja muudaks organisatsiooni tegevuse** efektiivsemaks. On soovitatav lühidalt üles märkida vastutavad isikud, juhtimise põhimõtted ja muud tegevuspõhimõtted.

#### Võimalused

Põhjalik tegevuste ja tegevusvaldkondade läbitöötamine võib esile tuua võimalusi, mis on igapäeva töös jäänud märkamata. Neid võimalusi on tavaliselt lihtne kiiresti rakendada, sest nad on praeguse tegevusega sünergilised või tihedalt seotud.

## Eesmärgid

Eesmärgid peavad olema kooskõlas nii missiooni kui ka visiooniga. Kui visioonis mainitakse näiteks tipptehnoloogia siiret, siis peaks seda toetama ka vastava kvalifikatsiooniga personali arv ja uurimistöö maht. Arvuliste eesmärkide püstitamise järel võib selguda vajadus vähendada visiooni või missiooni ambitsioonikust.

Asutuse kvantitatiivsete eesmärkidena võib määratleda näiteks:

- assistentide ja teadustöötajate arvu suurendamine/vähendamine;
- professorite arvu suurendamine/vähendamine;
- kogu personali arvu suurendamine/vähendamine;
- uurimistööde rahalise mahu suurendamine/vähendamine;
- EL-i poolt finantseeritavate uurimistööde maht;
- rahvusvaheliste publikatsioonide arv.

## Kaasajastamine

On soovitatav määrata tehnoloogiastrateegia eest vastutavaks konkreetne isik (määratud vastutav isik), kes vastutab strateegia kaasajastamise ja infovahetuse eest ühe aasta jooksul.

Tehnoloogiastrateegia vaadatakse läbi üks kord aastas ja sellesse viiakse sisse muudatusi vastavalt antud hetke situatsioonile ja visioonile. Tasub kulutada aega selleks, et alguses vaadata üle möödunud aasta jooksul tehtud uurimistööd ning töös olevad projektid ja võrrelda neid tegevusplaaniga. Kõige parem on planeerimise etapp läbi viia enne uurimistöö finantseerimisettepaneku tegemist võimalikele finantseerijatele või enne kõrgkooli enda tegevuskava koostamist.



## Töövahend tehnoloogiastrateegia koostamiseks kõrgkoolides ja teadusasutustes

Tehnoloogiastrateegia on vahend, mis võimaldab kõrgkoolidel ja teadusasutustel sihipäraselt planeerida uurimis- ja õppesuundade arendamist ning arvesse võtta ja tulemuslikult juhtida tegevuskeskonna muutusi. Käesolev käsiraamat annab ülevaate tehnoloogiastrateegia olemusest, jagab praktilisi näpunäiteid selle koostamiseks ja rakendamiseks ning tutvustab erinevaid tehnoloogiastrateegia meetodeid.

Publikatsioon põhineb Swot Consulting Groupi poolt Soome Tehnoloogiaagentuurile Tekes koostatud juhendmaterjalil, mida on olulisel määral kohandatud Eesti oludele.



**ESTAG**

**EAS Tehnoloogiaagentuur**  
Roosikrantsi 11, 10119 Tallinn  
tel (0) 6279 700 • faks (0) 6279 427  
estag@eas.ee • www.estag.ee

LISAINFORMATSIOON

---

**Harri Sjöholm**  
**Swot Consulting Group**  
Klingendahl C, FIN-33200 Tampere Finland  
tel (358) 3276 0600 • faks (358) 3222 9098  
harri.sjoholm@swotconsulting.fi  
www.swotconsulting.fi