

# Stefnumótun og framtíðarsýn örtæknivettvangs Október 2003

“Nanotechnology cannot be defined in terms of dimensions alone. In fact, it represents a convergence of the traditional disciplines of physics, chemistry and biology at a common research frontier”

Commisioner Busquin, Toulouse October 2000.

# Efnisyfirlit

<b>1. Inngangur</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Örtæknivettvangur – Staða og framtíðarhorfur</b> .....	<b>3</b>
2.1 Niðurstöður .....	3
2.2 Framtíðarhorfur .....	4
2.3 Uppbygging og skipulag .....	4
2.4 Rannsóknir .....	5
2.5 Hagnýting .....	5
2.6 Ályktun .....	5
<b>3. Stefnumótun</b> .....	<b>5</b>
3.1 Framtíðasýn á örtækni á Íslandi - staða árið 2010 .....	6
3.1.1 Örtækni er hagnýtt í fjölbreyttri flóru fyrirtækja og vara .....	6
3.1.2 Heilbrigðistækni .....	6
3.1.3 Líftækni .....	6
3.1.4 Skynjaratækni .....	7
3.1.5 Efnistækni .....	7
3.1.6 Tölvu- og rafeindatækni .....	8
3.1.7 Greiningartækni .....	8
3.1.8 Orkutækni .....	8
3.1.9 Íslensk véla- og tækjaframleiðsla .....	9
3.1.10 Reiknitækni .....	9
3.1.11 Umhverfissvið .....	9
3.2 Afgerandi forsendur .....	10
3.2.1 Alþjóðleg menntun og þekkingaruppbygging í fremstu röð .....	10
3.2.2 Sérstaða í þverfaglegu rannsókn- og þróunarstarfi .....	10
3.2.3 Virkur stuðningur við uppbyggingu sprotafyrirtækja í öflugu viðskiptaumhverfi .....	11
3.2.4 Virkt samstarf og sérhæfing á lykilsviðum .....	11
3.2.5 Virk og samþætt fjármögnun rannsókna - og þróunarverkefna .....	12
3.2.6 Hagnýting á sviði framleiðslutækni og vöruþróunar fyrirtækja .....	12
3.2.7 Góð aðstaða og búnaður í Örtæknikjarna .....	12
3.2.8 Góð starfsskilyrði skapa mikla samkeppnishæfni .....	13
<b>4. Tillögur Örtæknivettvangs</b> .....	<b>13</b>
<b>5 Viðaukar</b> .....	<b>15</b>
5.1 Verkefnatillögur frá stefnumótunarfundi .....	15
5.2 Örtæknikjarni .....	25

# 1. Inngangur

Þau svið tækni og vísinda sem snúa að uppbyggingu og meðhöndlun efnis á nanóskala hafa undanfarin ár verið í mikilli þróun. Lítið hefur verið til þessara sviða, hér eftir nefnd Örtækni, sem helsta vaxtarsproti í tækni og vísindum. Örtækni hefur mikla þverfaglega nálgun og mun þróun hennar og notkun að mati margra helstu sérfræðinga, gerbreyta mörgum hefðbundnum lausnum í vísindum og tækni. Evrópusambandið hefur með sjöttu rammaáætlun sinni sett Örtækni í öndvegi og er með sérstaka áætlun um verkefnabundin stuðning við örtækni sviðið. Alls er áætlað að leggja 1300 milljónir evra í verkefnastuðning á fjögurra ára tímabili, sem síðan liðlega tvöfaldast með framlagi þátttakenda. Bandaríkin eru sömuleiðis með svokallað “National Nanotechnology Initiative” sem fékk á þessu ári \$600 milljóna dollara framlag frá alríkisstjórninni en auk þess leggja hin einstöku ríki sérstaka áherslu og fjármuni í örtæknina. Nánari lýsing á örtækni er að finna í viðauka 2.

Örtæknin tekur ekki eina fræðigrein fram yfir aðra því að hún hefur þá sérstöðu að vera þverfagleg í eðli sínu og er samvinna mismunandi fræðisviða forsenda árangurs. Þetta er sýn sem menn hefur dreymt um í áratugi en er núna að verða að veruleika innan örtækninnar. Háskólar og æðri menntastofnanir hafa leitt þessa þróun en einnig hefur mikið starf verið unnið innan rannsóknadeilda stórra fyrirtækja og stofnana. Margir hérlendis vísindamenn hafa hlotið menntun og þjálfun á hinum ýmsu sviðum örtækni og hafa komið heim aftur að loknu námi með góða menntun, mikilvæga þekkingu og reynslu. Sú þróun mun efla þessi vísindi hérlendis og hefur kallað á stefnumótun í örtækni og nauðsynlega uppbyggingu á aðstöðu og tækjabúnaði.

Á Íslandi hefur þegar verið stofnað til sameiginlegs vettvangs þeirra sem hafa starfað eða hafa áætlanir um að starfa á sviði örtækni og skilgreint markmið þess vettvangs er að efla og ýta undir þróun örtækninnar hérlendis. Einn liður í þessari vinnu er að virkja félagi vettvangsins til stefnumótunar og leggja hana síðan fyrir nýtt vísinda og tækniráð til áframhaldandi vinnu. Hjálögð skýrsla er gerð í þessum tilgangi.

Reykjavík 8 október 2003.

Davíð Lúðvíksson, Samtökum iðnaðarins.  
Hilmar Janusson, Össur hf.  
Ingólfur Þorbjörnsson, Iðntæknistofnun Íslands.  
Kristinn Johnsen, Lyfjapróun hf.  
Snæbjörn Kristjánsson, Rannís  
Sveinn Ólafsson, Háskóla Íslands

## 2. Örtæknivettvangur – Staða og framtíðarhorfur

Í upphafi stefnumótunarvinnu er nauðsynlegt að meta þá færni, þekkingu og aðstöðu sem fyrir er og stefnumótunin síðan byggist á.

Örtæknivettvangur nýtti í þessum tilgangi skráða stofnfélaga á stofnfundi, alls tæplega 40 einstaklinga, stofnanir og fyrirtæki. Við stöðumatið var einnig notaður listi sem búinn hafði verið til yfir héraða aðila fyrir þriðja rammaáætlunarinnar. Þeim var síðan boðið að skrá sig í gagnagrunn vettvangsins á heimasíðu sem var sérstaklega útbúin í þessum tilgangi. Auk stöðumats var einnig óskað eftir að svarendur tilgreindu þær áherslur sem þeir telja að eigi að vera í uppbyggingu á aðstöðu og færni. Gagnagrunnurinn var opinn í nokkrar vikur í maí og júní 2003. Alls svöruðu 15 þátttakendur (bæði einkafyrirtæki og ríkisstofnanir) þeim sex spurningum um stöðu og framtíðarhorfur örtækni á Íslandi sem óskað var eftir.

### 2.1 Niðurstöður

Spurningarlistanum var tvískipt. Annars vegar var spurt um stöðu rannsókna og þróunar á sviði örtækni hjá viðkomandi fyrirtæki/stofnun og hinsvegar um framtíðarsýn fyrirtækja og einstaklinga sem svöruðu.

#### Staða:

Þátttakendur voru spurðir:

1. Er unnið á sviði örtækni og/eða er áhugi á slíkri vinnu?
2. Hvað hefur þegar verið gert á sviði örtækni?
3. Hvaða tækjabúnaður og aðstaða er fyrir hendi sem nýtist á sviði örtækni?

Af þeim 15 fyrirtækjum sem þátt tóku, segjast 8 starfa á sviði örtækni en hjá öllum kom fram áhugi á að snúa sér að örtækni. Sviðin, sem eru þegar til, eru skv. skilgreiningu þeirra sem svöruðu:

- Rafefnafræðilegar mælingar
- Styrking verkefna á öllum sviðum örtækni
- Ræktun örrása
- Rafeindabúnaður og skynjarar
- Duftframleiðsla
- Líftækni
- Rannsóknir á örþunnum húðum
- Fjöldaframleiðsla búnaðar á nanóskala

Þau fyrirtæki, sem eru þegar virk á örtæknisviðinu, hafa aðgang að mismunandi tækjabúnaði og aðstöðu. Í hnotskurn er þó greinilegt að tækjabúnaðurinn er takmarkandi og oft ekki sérstaklega ætlaður til notkunar í örtækni.

## 2.2 Framtíðarhorfur

Spurningar voru eftirfarandi:

1. Hefur þú áhuga á /stefnir á að vinna að örtækni og ef svo, á hvaða sviðum?
2. Hvaða samstarf/árangur er æskilegur í þeirri framtíðarvinnu?.
3. Hvaða forsendur þurfa að vera fyrir hendi, hverju þarf að bæta við af tækjabúnaði og/eða aðstöðu til að ná þeim árangri?

Flestir, eða tólf fyrirtæki, hafa mikinn áhuga á eða stefna nú þegar að frekari vinnu á sviði örtækni. Greinar/svið sem koma helst til greina eru eftirfarandi:

- efnistækni (2)
- upplýsingatækni
- líftækni (2)
- rafeindatækni
- ræktun örrása
- tæring og yfirborðsmeðhöndlun málma (2)
- litrófsgreining
- uppbygging sprotafyrirtækja
- skynjaratækni (2)
- véltækni
- nota reiknilíkön til að aðstoða við tilraunir á þessu sviði
- steinsteypa

Í svörum þátttakenda kom fram að þeim þótti þurfa að skapa forsendur og uppbyggingu á þremur megin sviðum:

1. Almenn uppbygging og skipulag rannsókna og þróunarvinnu á sviði örtækni
2. Rannsóknar -og þróunarverkefni með áherslu á grunnrannsóknir
3. Hagnýtar rannsóknir.

## 2.3 Uppbygging og skipulag

Fyrirtækin sem svöruðu könnuninni lögðu ríka áherslu á mikilvægi árangursríks samstarfs við rannsóknaaðila. Hugsanlegir samstarfsaðilar geta, að þeirra mati, verið leiðandi fyrirtæki hér- og erlendis, önnur fyrirtæki sem vilja starfa að örtækni hérlendis, háskólar, stofnanir auk nýrra fyrirtækja á þessu sviði. Mikilvægt sé að skipuleggja nýtingu tækjabúnaðar og sérfræðinga, sem eru takmarkandi auðlind í þessu tilfalli, samræma staðsetningu búnaðar og starfsmanna og nota aðstöðu annars staðar í Evrópu í gegnum rannsóknáætlun ESB. Almennt finnst flestum vanta rannsóknarvirkni, þekkingu, færni og ekki síst fjármögnunarkosti.

Örtæknivettvangurinn og þátttaka í að skilgreina áherslusvið í örtækni m.a. fyrir Norræna Iðnaðarsjóðinn eru taldar efnilegar leiðir til að þoka þessu í rétta átt.

## **2.4 Rannsóknir**

Tillögur um æskilegar rannsóknir og tækniþúnað sem þarf til rannsókna voru:

- Tækjabúnaður til sýnagerðar og mælinga
- Lithography
- Ný rafeindasmásjá
- Hreinherbergi
- Minni rafeindabúnaður, skynjarar og önnur mekanik
- Eðlileg framþróun í efnistæki svo sem í steinsteypuþækni
- Uppbygging góðs tölvukosts fyrir reiknilíkön
- Aðferð við smíði örrása

Auk þessa má nefna þúnað til greiningar á þunnum húðum og smáum sýnum.

## **2.5 Hagnýting**

Æskilegt er að íslensk fyrirtæki hagnýti þessa tækni í vörum og framleiðsluferlum sínum og að rannsóknirnar leiði þannig til nýsköpunar í íslensku atvinnulífi.

## **2.6 Ályktun**

Það er nokkuð ljóst að ekki er mikið um starfsemi og rannsóknarvirkni hérlendis sem stendur, áætlanir fáar og verkefni varla komin af stað. Hins vegar er greinilega mikill áhugi á örtækni á Íslandi þátttaka fjölmargra á stofnunarfundum Örtæknivettvangs gaf til kynna. Svarendur eru sammála um að hvorki sé nóg til af tækjabúnaði né þekkingu og að hérlendis séu fáir sérfræðingar í örtækni. Til að bæta úr þessu þurfi að auka fé til fjármögnunar verkefna, innkaupa og rekstrar tækjabúnaðar. Staða örtækni á Íslandi sýnir sig líka í að aðeins fáir svarenda komu með beinar tillögur um rannsóknar og þróunarverkefni og hagnýtingu þeirra. Flestir sjá góða möguleika í samstarfi við aðila sem standa framarlega í heiminum til að afla nýjustu og nauðsynlegrar þekkingar til að geta unnið árangursríkt starf hérlendis á þessu vaxandi sviði.

## **3. Stefnumótun**

Stefnumótunin var unnin með hópvinnaaðferðum þar sem safnað var á skipulegan hátt sjónarmiðum ólíkra aðila sem láta sig örtækni á Íslandi varða. Um 30 manns komu að þessari vinnu frá háskólum, rannsóknastofnun og fyrirtækjum. Afraksturinn er settur fram í framtíðarsýn þar sem lýst er stöðu örtækni á Íslandi árið 2010 auk þess sem settar eru fram þær forsendur sem hópurinn telur afgerandi til þess að framtíðarsýnin geti orðið að veruleika. Þá setti hópurinn fram tillögur um forgangsröð að þeim lykilverkefnum sem þarf að vinna til að gera framtíðarsýnina að veruleika og að skapa þær forsendur sem hún byggist á.

### **3.1 Framtíðasýn á örtækni á Íslandi - staða árið 2010**

#### **3.1.1 Örtækni er hagnýtt í fjölbreyttri flóru fyrirtækja og vara**

Örtækni gegnir mikilvægu hlutverki í fjölmörgum nýjum vörum sem komið hafa fram á Íslandi á síðastliðnum árum. Þá hafa fjölmargar hefðbundnar vörur verið endurbættar og þróaðar áfram með skilningi á uppröðun sameinda. Um 50 íslensk fyrirtæki hagnýta örtækni á einn eða annan hátt og þar af eru milli 10-20 þróunarfyrirtæki. Veitt hafa verið um 60 einkaleyfi þar sem íslenskir aðilar eru ýmist einir eða sem þátttakendur í margskonar þverfaglegri samvinnu bæði innan lands og erlendis.

Örtækni er hagnýtt á fjölbreyttum iðnaðar- og tæknisviðum. Hér verður farið yfir stöðuna á þeim iðnaðar-, tækni- og notkunarsviðum sem Íslendingar hafa náð hvað mestum árangri árið 2010.

#### **3.1.2 Heilbrigðistækni**

Á Íslandi hefur náðst verulegur árangur við að beita örtækninni innan heilbrigðiskerfisins. Sérstaða Íslands, stuttar boðleiðir og hátt snertihlutfall stofnana hefur gert fyrirtækjum og rannsóknarstofnunum kleift að ná þessum árangri. Þetta er einmitt lykilatriði í verkefnum sem krefjast sérþekkingar fjölda greina. Innan heilbrigðisgeirans er helst um að ræða míkro- og nanótækni auk lífeðlisfræði, lífefnafræði, raförvunartækni og almennar greinar tengdar læknisfræði.

Meðal verkefna sem hafa náð árangri er þróun tækja sem má græða í fólk beint á taugar. Tækjunum er stýrt ð þrýstinemum sem einnig hafa verið þróaðir. Þeir eru til dæmis græddir á fingur og hendur. . Samspil þessara eininga gerir lömuðum kleift að öðlast hreyfigetu á ný. Annað verkefni, sem hefur skilað verulegum árangri, er þróun sérhannaðra ónæmisglæða sem ræsa ónæmiskerfið með vel skilgreindum hætti. Þeim er til dæmis hægt að beita til þess að þróa öflugri bóluefni en áður hafa þekkt og til þess að lækna ónæmistengda sjúkdóma svo sem gigt.

#### **3.1.3 Líftækni**

Líftæknin er verulega tengd heilbrigðistækninni og hefur notið góðs af sömu sérstöðu og hún. Stórt verkefni, sem miðar að nýtingu orkulindar líkamans (ATP) sem orkugjafa í örrásam, er að skila árangri. Til þess að ná þessum árangri hefur þurft að

þróa tækni sem gerir kleift að líkja eftir ensímvirkni með örrásum. Þessi tækni á eftir að leiða til stórfelldra framfara á svið orkunýtingar sólar en hægt er að nota tæknina til þess að þróa hagkvæmari sólarrafhlöður sem nýta sér skilvirkni ljóstillífunar.

Örtæknin kemur víða við í íslenskum líftæknifyrirtækjum. Búið er að hanna sérmerkingar á örverum sem hefur gert hugvitsmönnum mögulegt að fullnýta þá eiginleika sem hitaþolnar örverur búa yfir en íslenskir hverir geyma mikla örveruflöru sem hefur einungis verið nýtt að hluta.

Íslenskir rannsóknaraðilar hafa náð árangri í því að eiga bein samskipti við frumur. Með því að hanna örstrúktúra, sem örva sértækt einstaka gerðir yfirborðsprótína á frumum, er hægt að rannsaka eiginleika frumna með skipulögðum hætti. Þetta gerir íslenskum lyfjapróunar fyrirtækjum kleift að finna nýja skilvirkari lyfjakandídata við ýmsum sjúkdómum svo sem krabbameini.

### **3.1.4 Skynjaratækni**

Í hreinherbergjum örtæknikjarna er fullkomin aðstaða til að þróa og framleiða minni seríur af skynjurum. Með notkun örtækni hefur tekist að þróa fjölhæfari skynjara sem eru notaðir á nýjum sviðum í iðnaði og heilbrigðistækni. Nýir rekanemar og suðlitlir kraftnemar, sem eru þolnir gagnvart raka og hita, hafa verið þróaðir fyrir íslensk tæknifyrirtæki eins og Marel og Stjörnu-Odda. Skynjarar, sem nema örverur og lykt fyrir fisk -og matvælaíðnað, hafa einnig verið þróaðir.

### **3.1.5 Efnistækni**

Á Íslandi hafa framsækin fyrirtæki hagnýtt örtækni þannig að sú sérstaða, sem fyrirtækin höfðu náð á markaði fyrir 10 árum, hefur styrkst. Tekist hefur að þróa meðferð yfirborða þannig að örverur og bakteríur ná ekki að taka sér bólfestu. Geysileg framför hefur orðið í notkun efnis og uppbyggingu þess af völdum örtækninnar. Sem dæmi má nefna að hin hefðbundnu smíðaeefni, svo sem plast og stál, hafa vikið fyrir sérsniðnu efni (e. tailor made material) sem hannað er fyrir hvert notkunar svið fyrir sig. Þetta hefur gert kleift að minnka verulega efnismagn og þyngd hluta. Einnig hefur þessi tækni í för með sér að tæring og tæringarvarnir eru ónaúðsynlegar þar sem efnið er sérhannað fyrir þá notkun sem það er ætlað fyrir.

Eitt er það svið efnistækninnar þar sem örtæknin hefur haft hvað mest áhrif en það er á sviði vetnisgeymslu. Málmydríð, sem raðað er upp á örskala, binda nú betur en nokkru sinni vetni á gasformi og einfaldara er en áður að hlaða og tæma þessi hydríð. Alls eru einkaleyfi, sem íslenskir aðilar hafa sótt um á sviði efnistækni, orðin 40 og spanna allt svið efnistækninnar.



### 3.1.6 Tölvu- og rafeindatækni

Íslensk fyrirtæki á sviði rafeinda- og mælitækni hafa haslað sér völl á sviðum fiskveiða og vinnslu. Rafnef og lífskynjarar, sem byggjast, á örtækni eru hluti af öllum stigum matvælavinnslu og íslensk fyrirtæki eru leiðandi í heiminum í gæðastjórnunarkerfum í matvælavinnslu, sérstaklega á sviði fullvinnslu matvæla unnum úr sjávarfangi. Fyrirtæki hafa sérhæft sig í að rannsaka og þróa örtækni-ihluti og íkerfi fyrir matvælavinnslu. Fyrirtæki hafa sprottið upp sem sérhæfa sig í uppbyggingu og framleiðslu notkunarsérhæfðra samrása (e. Application Specific Integrated Circuits, ASICs) fyrir matvælaframleiðslulínur. Íslensk sérþekking á sviði haf- og botnrannsókna, m.a. með rannsóknum og þróun sjálfvirkra greiningarvéla (kafbáta), hefur haslað sér völl á heimsmörkuðum. Ýmsir skynjarar sem byggjast á örtækni eru nýttir í greiningarvélar.

Á Íslandi hefur byggst upp menntun, þekking og aðstaða til að hanna og framleiða sérhæfðar rafeindarásir. Hönnun á rafeindarásum á kísilflögu fer fram á Íslandi en framleiðsla er keypt frá erlendum aðilum. Í örtæknikjarna er aðstaða til að fullvinna þessar rafeindarásir á eftirfarandi hátt einum eða fleirum.

1. Rækta örstrúktúra á rafeindarásirnar
2. Æta örstrúktúra í rafrásirnar
3. Forrita örflöguna til þess að stjórna og nema verkun örstrúktúrsins
4. Setja saman og tengja örflöguna við umheiminn.

Íslenskir háskólar og fyrirtæki vinna árlega tvö til þrjú rannsókna - og þróunarverkefni.

### 3.1.7 Greiningartækni

Aðstaða til að útfæra svokallaðar “Lab-On-Chip” afurðir hefur verið byggð upp í örtæknikjarnanum. Um er að ræða tiltekna gerð prenttækni sem ræður við að prenta örrásir í plastefni eða plastflögur. Þessi tækni er núna nýtt til að smækka og sameina flókin efnagreiningarferli á eina flögu. Með þessum hætti verður greining hraðvirkari, skilvirkari og kostnaður minnkar verulega.

Verið er að prófa greiningarflögur sem eru hannaðar til þess að greina tilvist ýmissa sjúkdóma í fiski. Fyrstu niðurstöður eru lofa góðu og áætlanir eru uppi um að hefja fjöldaframleiðslu sem mun minnka kostnað verulega miðað við aðra valkosti. Þessi afurð gerir það kleift að bæta gæðaeftirlit í fiskeldi til muna.

Aðrar afurðir, sem hafa litið dagsins ljós, eru flögur sem greina lykilefni í blóði sjúklinga sem geta síðan sjálfir stýrt lyfjagjöf sinni.

### 3.1.8 Orkutækni

Íslendingar sköpuðu sér sérstöðu með rannsóknum Braga Árnasonar og pólitískri yfirlýsingu ríkisstjórnar Íslands um nýja orkugjafa sem byggjast á hreinni

endurnýtanlegri tækni. Grunnvinnan fór fram árin 1999-2003 en síðan hafa nokkur fyrirtæki náð alþjóðlegu forskoti í nýtingu þessarar tækni, sérstaklega á sviði vetnisgeymslu með málmhýdríðum en einnig í hagnýtingu vetnistækninnar sem orkugjafa í farartækjum. Örtæknin skiptir hér sköpum og hefur nanóbygging málmhýdríða og rannsóknir henni tengdar skapað þessum fyrirtækjum þá sérstöðu sem þau nú njóta góðs af.

### **3.1.9 Íslensk véla- og tækjaframleiðsla**

Með samnýtingu örtækni, efnistækni, skynjara- og upplýsingatækni hefur komið fram ný kynslóð véla sem er fær um að leysa af hendi mun flóknari flokkunar-, upplýsinga- og vinnsluverkefni en áður hafa þekktst t.d. í matvælavinnslu. Með nýjum yfirborðsaðferðum, hönnun og efnistækni, sem byggist á örtækni, hefur náðst fram hámarksáhrif á öryggis-, heilbrigðis- og umhverfisþáttum með minni framleiðslu- og viðhaldskostnaði en áður var talið mögulegt. Þetta hefur aukið samkeppnishæfni íslenskra véla- og tækjaframleiðenda þannig að þeir standa í dag í fremstu röð í heiminum á sínum sviðum.

### **3.1.10 Reiknitækni**

Stórt og öflugt reikniver hefur verið reist þar sem unnt er að kaupa þjónustu sem snýr að útreikningum á eiginleikum efna. Útreikningarnir eru ýmist gerðir á sameinda/frumeinda skala eða nálgunum beitt til að líkja eftir stærri einingum efna. Reikniverið hefur einnig yfir að ráða öflugum reiknitólum þar sem tilteknir eiginleikar efna eru hámarkaðir með tilliti til efnissamsetningar. Þetta er kostur sem hefur sparað mörgu fyrirtækinu ómældan tíma sem hefði annars farið í að fíkra sig áfram með því að gera tímafrekar tilraunir. Til dæmis hefur mikill árangur náðst við útreikninga á bindingu vetnis við tugþúsundir mismunandi yfirborðssamsetninga og yfirborðsgerða. Tillögur reikniversins gáfu tilraunafólki vænlegar samsetningar sem upphafspunkta sem stytta leiðina mjög að þeim efnum sem eru notuð til vetnisgeymslu í dag. Einnig hefur tekist að ná mikilli færni í að reikna rafeiginleika örrása. Reikniverið er núna að fullu rekið með sölu á þjónustu, bæði til innlendra og erlendra aðila.

### **3.1.11 Umhverfissvið**

Síur byggðar á örtækni eru eitt af mörgum sviðum þar sem örtæknin hefur valdið byltingu á sviði umhverfistækni. Mengun af völdum útblásturs er nú viðráðanlegri þar sem uppröðun á örkúlum í mjög fingerðar síur fjarlægja óæskileg efni og efnasambönd áður en þau komast út í andrúmsloftið. Síurnar eru sérsniðnar eftir þeirri starfsemi sem nota á þær í. Einnig er þessi tækni notuð til að sía affallsvatn og annað sem getur valdið mengun í umhverfinu og einnig til að hreinsa neysluvatn. Ný fyrirtæki hafa hafið starfsemi á Íslandi við að framleiða þessar síur, sem byggjast á einkaleyfi íslenskra aðila. Þróun örtækni stuðlar að minna umfangi hluta og það eitt

og sér minnkar hráefnanotkun í framleiðslu og úrgang við förgun vörunnar. Þannig stuðlar örtækni á óbeinan hátt að því að minnka neikvæð umhverfisáhrif.

## **3.2 Afgerandi forsendur**

### **3.2.1 Alþjóðleg menntun og þekkingaruppbygging í fremstu röð**

Veikasta undirstaða nýsköpunar og þróunar hátækni á Íslandi áður fyrr (2003) var skortur á uppbyggingu þekkingar sem byggðist á doktorsnámi í tæknigreinum. Þá var fjöldi brautskráðra doktora á Íslandi einn til tveir á hverju ári. Íslendingar útskrifuðust þá með doktorsgráðu í tæknigreinum (verkfræði og raunvísindum) frá erlendum háskólum. Flest af þessu menntaða fólki fluttist heim aftur og fékk atvinnu í íslensku atvinnulífi. Í mörgum tilvikum varð ekki framhald á þeirri þekkingaröflun (sköpun)?? sem það hafði fengið með námi sínu. Það skipti um svið og nýtti sér þjálfun sína og menntun til að ná árangri á nýjum starfsvettvangi. Nú hefur íslenskt atvinnulíf nálgast það þroskastig og fjölbreytni sem einkennir nágrannalöndin. Þekking þessa fólks hefur því nýst betur og æ fleiri halda nú áfram að byggja upp þekkingu á sínu sviði í háskólum, stofnunum og fyrirtækjum.

Nú útskrifast árlega 50-70 doktorsnemar frá hérlendum háskólum, fyrirtækjum og stofnunum í tæknigreinum. Námið fer fram bæði heima og erlendis í samstarfi við erlenda háskóla, fyrirtæki og rannsóknastofnanir. Sú aukning nemur um 250-300 ársverkum í tækniþróun og rannsóknum fyrir íslenskt atvinnulíf. Þessi aukning hefur styrkt og þróað íslenskt atvinnulíf gífurlega. Venjubundið B.S. eða M.S. nám í tæknigreinum og iðnnám er ekki lengur aðal- undirstaða íslensks atvinnulífs. Efling rannsóknasjóða, samvinna, aukinn stuðningur við sprotafyrirtæki og doktorsnám í tæknigreinum hafa gefið af sér 1000 ný störf og skapandi hátæknisamfélag.

### **3.2.2 Sérstaða í þverfaglegu rannsókn- og þróunarstarfi**

Sérstaða Íslands innan heilbrigðis- og líftæknigeirans hefur leitt til þess að á skömmum tíma var búið að skilgreina hinn rauða þráð við nýtingu örtækninnar innan þessara geira. Djúpur skilningur á víxlverkun prótína við einingar búnar til með örtækni er lykilatriði í því að nýta tæknina til verulegrar framþróunar. Hafin er öflug þverfagleg rannsóknaráætlun sem einblínir á að lyfta hulunni af þessu sviði. Sérstakur sjóður hefur verið stofnaður sem styrkir rannsóknir á þessu sviði. Um 20-50 doktorsnemar á ýmsum sviðum, svo sem efnafræði, eðlisfræði, lífeðlisfræði, sameindalíffræði ofl., eru að vinna að verkefnum sem hafa notið styrkja úr þessum sjóði. Fyrirtæki koma beint að þeim verkefnum og mörg þeirra eru unnin fyrir tilstuðlan þeirra. Notkunargildi þessarar rannsóknááætlunar eru mjög margvíslegt /fjölbreytt innan líf-, efnis-, heilbrigðis- og greiningartækninnar.

### **3.2.3 Virkur stuðningur við uppbyggingu sprotafyrirtækja í öflugu viðskiptaumhverfi**

Viðskiptaumhverfi á Íslandi er hagstætt fyrir uppbyggingu sprotafyrirtækja sem byggjast á tækniþekkingu og rannsóknum. Með tilkomu þekkingarþorps, örtæknijarna, tækniþróunarsjóðs og handleiðslu IMPRU-nýsköpunarmiðstöðvar hefur tekist að byggja upp þekkingu og reynslu í uppbyggingu sprotafyrirtækja sem tryggja meiri skilvirkni og árangur en áður þekktist. Þá hefur tekist að skapa stöðugt framboð áhættufjármagns í formi styrkja, áhættulána og hlutfjár með samstilltu átaki stjórnvalda og einkaaðila. Það sveiflukennda ástand, sem áður þekktist í framboði áhættufjármagns, heyrir nú sögunni til. Með breytingum á skattkerfinu hefur verið komið á hvatningu fyrir einstaklinga og fyrirtæki til þess að fjárfesta í sprotafyrirtækjum og þróunarstarfi. Á sama tíma hefur almenn þolinmæði og skilningur aukist á því að það tekur tíma að byggja upp arðbærð tækni- og þekkingarfyrirtæki. Árangursríkt val á sprotafyrirtækjum með tilliti til nýnæmi, tækni og viðskiptamöguleika hefur myndað öflugan hóp sprotafyrirtækja sem nýta tækjaaðstöðu örtæknijarna og eigin aðstöðu sem samverkandi heild.

### **3.2.4 Virkt samstarf og sérhæfing á lykilsviðum**

Íslendingar eru í öflugu alþjóðlegu samstarfi við helstu þekkingarstofnanir og fyrirtæki á lykilsviðum varðandi örtækni í heiminum. Samstarf og sérhæfing innan rannsóknaumhverfisins er til fyrirmyndar og hér hafa myndast þekkingarklasar á sérsviðum sem eru fremstir á sínu sviði í heiminum. Góður árangur Íslendinga á sviði örtækni byggist ekki hvað síst á stuttum boðleiðum, samstarfi og hagkvæmu samningsformi til að samnýta aðstöðu, þekkingu og búnað.

Skilningur er fyrir hendi í íslenskum fyrirtækjum á því hvernig eiginleikar vörunnar byggjast á uppbyggingu sameinda. Tekist hefur að brjóta niður sálræna múra milli faghópa og gera menn óhrædda og viljuga til að hittast með það að markmiði að fræðast hver af öðrum. Örtæknivettvangur gegnir lykilhlutverki í þessu sambandi. Hann er samstarfsvettvangur fyrirtækja, háskóla og rannsóknastofnana og leiðir saman sérfræðinga á mismunandi sviðum í þeim tilgangi að þeir kynnist verkefnum hver annars og komi þannig auga á, fyrir eigin verkefni, nýjar lausnir sem skapa nýja þekkingu og færni. Þannig vinna fyrirtæki háskólar og rannsóknastofnanir að virkri þekkingaruppbyggingu á lykilsviðum um leið og tryggð er hámarksnýting auðlinda í formi mannauðs, fjármagns og aðstöðu.

### **3.2.5 Virk og samþætt fjármögnun rannsókna - og þróunarverkefna**

Rannsóknamiðstöð Íslands, sem tók til starfa árið 2004, úthlutaði þá um 1,2 milljörðum /1200 milljónum kr. til rannsókna- og þróunarverkefna á öllum fagsviðum á verkswiðum Rannsóknasjóðs, Tækjakaupasjóðs og Tækniþróunarsjóðs. Árið 2010 er svo komið að ráðstöfunarfé til þessara þriggja sjóða er 2,4 milljarðar kr. Íslenskt atvinnulíf leggur til um 1 milljarð til verkefna sem RANNÍS styrkir. Áhættufjárfestar eru reiðubúnir til að taka áhættu með fjárfestingu í nanótækni og fylgja þeim eftir í a.m.k. 5 ár. Sérstök markáætlun örtækni-rannsókna fór af stað árið 2005 og lýkur 2012. Heildarumfang áætlunarinnar er fjórir milljarðar. Þar af koma tveir milljarðar koma frá opinberum aðilum í meira en 8 ár. Árangur áætlunarinnar var metinn af óháðum aðila haustið 2009. Helstu niðurstöður voru mjög jákvæðar. Um 80 verkefnum var þá lokið og stofnuð höfðu verið 30 ný fyrirtæki á sviði örtækni. Skatta- og stuðningssumhverfi rannsakenda og fjárfesta er hvetjandi fyrir nanótækniþróun sem og aðra rannsókn- og þróunarvinnu. Sett hefur verið upp sérstök áætlun til þess að leysa séríslensk viðfangsefni eins og í fiskveiðum, fiskvinnslu eða fiskirækt, einnig jarðfræði, jarðhitánýtingu og uppfoki. Þetta hefur orðið til þess að íslenskir og erlendir fjárfestar eru laðaðir markvisst að fjárfestingum á Íslandi.

### **3.2.6 Hagnýting á sviði framleiðslutækni og vörubrúunar fyrirtækja**

Upphaf rannsókna og þróunar á framleiðslutækni á örtækni-sviði hefur leitt til þess að íslensk fyrirtæki hafa getað þróað nýjar vörur á sviði heilbrigðistækni. Sjálfmyndandi framleiðslutækni fyrir hluti á stærðarskala frá nanómetra til sentimetra hefur skapað nýja möguleika á að tengja t.d. gervilim beint við bein sjúklings. Önnur dæmi eins og þróun á framleiðslu einfaldra skynjara og mælitækni gera kleift að greina ástand einstaklings samfelld (sjúkdómsástand eða heilbrigði)..

### **3.2.7 Góð aðstaða og búnaður í Örtæknikjarna**

Örtæknikjarni, sem settur var á legg fyrir almannafé, er að verða sjálfbær. Kjarninn er byggður þannig upp að fyrirtæki, sprotastarfsemi og rannsóknarhópar hafa aðstöðu og aðgang að þekkingu og þeim búnaði sem er nauðsynlegur til þess að stunda rannsóknir og þróun á sviði örtækni. Hjá kjarnanum starfa sérfræðingar á sviði örtækni og þeir geta veitt, þeim sem nýta sér aðstöðuna, þekkingu og reynslu. . Kjarninn er miðstöð þar sem rannsóknahópar á vegum háskóla og rannsóknarstofnanna eru í beinum tengslum við fyrirtæki og sprotastarfsemi. Þannig myndast eðlilegt flæði þekkingar og sérþjálfaðs starfsfólks út í atvinnulífið. Við kjarnann er unnið að fjölda þverfaglegra verkefna og þar er lögð áhersla á að brúa bilið milli þeirra sérsviða sem þörf er á. Fjárfest hefur verið fyrir um 1000 milljónir í uppbyggingu Örtæknikjarnans. Hann sinnir því hlutverki að fylgjast með þróun örtækniinnar á heimsvísu og sér til þess að aflað er nýrrar þekkingar og tækni sem verður til. Kjarninn á kost á að fjármagna sprotaverkefni með því að veita aðstöðu og

styrki til verkefna sem þykja vænleg. Þetta er gert gegn hlut í verkefnunum. Þegar eru þrjú sprotaverkefni farin að skila verulegum arði og hann stendur nú undir um 30% rekstrarkostnaðar stofnunarinnar.

### 3.2.8 Góð starfsskilyrði skapa mikla samkeppnishæfni

Á Íslandi eru fyrir hendi góð starfsskilyrði fyrir þróun þekkingar í örtækni og hagnýtingu hennar þannig að alþjóðleg fyrirtæki á sviðinu sækjast eftir því að setja á fót starfsemi hér á landi. Alþjóðlegt viðskiptaumhverfi, góð tengsl við helstu viðskiptablokkir og hagstætt skatta-, laga- og reglugerðaumhverfi gagnvart þróun og nýsköpun er m.a. það sem fyrirtækin sækjast eftir.

Stjórnvöld hafa, í samstarfi við atvinnulífið, markað metnaðarfulla stefnu um að örtæknivæða íslenskt atvinnulíf og hagnýta þá tækni til hins ýtrasta. Þetta er m.a. gert með því að skapa launalega hvatningu í háskólum og rannsóknastofnunum til að vekja áhuga starfsmanna á atvinnulífinu. Hæfir starfsmenn fá greidd samkeppnishæf laun. Mörkuð hefur verið skýr stefna í uppbyggingu þekkingar á lykilsviðum og því er fylgt eftir með fjármagni og uppbyggingu aðstöðu. Þá njóta ung og lítil tæknifyrirtæki á sviðinu stuðnings við markaðs- og þróunarstarf sitt á meðan þau eru að ná því að vaxa og dafna.

## 4. Tillögur Örtæknivettvangs

Það er eindregið mat Örtæknivettvangs að örtækni muni á komandi áratugum verða einn aðalvaxtabroddurinn innan hátækni hér á landi sem og í öðrum löndum. Örtæknin mun í auknum mæli hafa áhrif á nær öll tækni- og rannsóknasvið. Einn örðugasti hjallinn sem örtæknin á við að etja er hversu þverfagleg þekking er forsenda framvindu á sviðinu. Hið þverfaglega eðli verkefnanna hefur gert mörgum þjóðum erfitt að ná tökum á örtækninni og að færa hana út í lífið. Það er vegna þess að stefnan hefur venjulega verið sú að hefja átak innan örtækninnar með því að setja á fót nýja stofnun sem þarf að byggja upp sérþekkingu á fjölmörgum sviðum. Ekki hefur gengið að tengja vel saman þær stofnanir sem fyrir eru. Samgangur er venjulega mjög lítil milli þekkingarsviða og snertifletir eru oft vart fyrir hendi. Hér hefur Ísland sérstöðu sem getur verið afgerandi til þess að ná árangri við nýtingu örtækninnar á hérlendum lykilsviðum. Stofnanir og fyrirtæki á Íslandi eru mjög lítil í alþjóðlegum samanburði. Snertifletir eru stórir og hér þekkja allir alla. Það tíðkast til dæmis að sérfræðingar starfi hjá fleiri en einum aðila, jafnvel í óskyldum greinum. Einnig er samgangur það greiður að flestir kannast við eða þekkja einhvern hjá tiltekinni stofnun eða fyrirtæki. Þær stuttu boðleiðir milli stofnanna og fyrirtækja, sem skapast hafa með þessum hætti, eru auðlind sem þarf að nýta. Þær gefa Íslendingum tækifæri til þess að ná árangri á sviðum og innan verkefna sem krefjast þverfaglegrar þekkingar. Þetta á sér í lagi við um örtæknina. Örtæknivettvangur telur að Ísland sé í aðstöðu til þess að ná árangri í þessu efni og ætti að geta orðið í forustu á lykilsviðum. Til þess að svo megi verða þarf að tryggja að afgerandi forsendur séu fyrir hendi, að lykilsvið séu valin og vel sé

hlúð að þeim til að mynda með því að fjármögnunaraðilar rannsókna hérlandis geri viðeigandi markáætlun..

Stefnumótunarvinna Örtæknivettvangs hefur gert tillögur að 28 verkefnum varðandi örtækni. Þau má flokka gróflega í í tvo flokka, verkefni sem vinna að því að bæta forsendur fyrir uppbyggingu örtækninnar (16) og rannsókna- eða þróunarverkefni sem nýta sér örtæknina (12). Nánari lýsingar á tillögum að verkefnum er að finna í viðauka 1.

Af þeim 12 tillögum að rannsókna- og þróunarverkefnum, sem fram komu, er vinna hafin við nokkur og önnur eru á byrjunarreit.. Sjö þeirra varða nýtingu örtækni innan líftækninnar. Þar er um að ræða verkefni innan skynjaratækni, matvælatækni, læknis- og lyfjafræði. Bæði er um rannsóknaverkefni að ræða og þróunarverkefni sem snúa beint að því að bæta framleiðsluvörur hjá starfandi íslenskum fyrirtækjum. Yfirborð án örvera, til að mynda, væri verulegt framfaraskref í matvælaíðnaði. Rauði þráðurinn í þeim verkefnum er víxlverkun próteina og stórra sameinda við örstrúktúra. Þetta gæti því orðið áherslusvið innan örtækninnar á Íslandi. Miðað við þann fjölda verkefna, sem þegar er kominn, fram má ætla að 10-20 verkefni verði virk á hverjum tíma og því þurfi um 100Mkr í verkefnabundna fjármögnun sem byrjunarreit sem síðan færu að vinda upp á sig þegar verkefnin tækju að sanna sig.

Megininntakið í þeim 16 verkefnum, sem fram komu, er uppbygging Örtæknikjarna, sem getur tæknilega þjónað þeim áherslusviðum sem verða valin. Kjarninn er byggður þannig upp að fyrirtæki, sprotastarfsemi og rannsóknahópar hafi aðstöðu og aðgang að þekkingu og tækjabúnaði. Einnig starfa hjá kjarnanum sérfræðingar á sviði örtækni sem geta veitt þekkingu og reynslu. Kjarninn er miðstöð þar sem rannsóknahópar á vegum háskóla og stofnana eru í beinum tengslum við fyrirtæki og sprotastarfsemi. Gera má ráð fyrir að kostnaður við uppbyggingu lágmarksaðstöðu í Örtæknikjarna sé um 500 m.kr. Örtæknivettvangurinn leggur eindregið til að gerð verði áætlum um að mynda og fjármagna slíkan Örtæknikjarna. Örtæknivettvangur telur að það sé ekki á færi neinnar einnar stofnunnar að sjá um slíka uppbyggingu. Mikilvægt er að allir aðilar, sem komi að notkuninni, eigi aðild að uppbyggingu og stjórnun örtæknikjarnans.

## 5 Viðaukar.

### 5.1 Verkefnatillögur frá stefnumótunarfundi.

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
1.1	Örtæknijarni		

**Markmið verkefnisins:**

Sameina í þekkingarþorp dýra aðstöðu á sviði örtækni

**Stutt lýsing á framkvæmd:**

1. 500 m<sup>2</sup>

með hreinherbergi til að styðja þróun/rannsóknir í rafeindatækni

með greiningarbúnað á sviði efnagreiningar

með grunnframleiðslubúnað á smíði á nm ->µm skala

**Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:**

Rannsóknarstofnanir/háskólar/fyrirtæki/reykjavíkurborg/ríkið

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
1.2	Víxlverkun próteina og örstrúktúra		

**Markmið verkefnisins:**

Stofna samstarfsvettvang um þessar rannsóknir

**Stutt lýsing á framkvæmd:**

Styðja við doktors- og mastersnám á þessum sviðum. Tengja við fyrirtæki sem hafa þörfina

**Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:**

Fyrirtæki, háskólar, stofnanir



Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>1.3</b>	<b>Rannsóknastarf/umhverfi</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Markmiðið er að efla rannsóknsumhverfið á Íslandi með því að nýta fjármagn og mannauðinn sem best</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Stefnt skal að því að flytja þær stofnanir sem sinna rannsóknum á nanótækni í nábýli. Það einfaldar sam- nýtingu tækja og mannauðs – þetta gæti orðið t.d. í Vísindagörðum HÍ</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Háskóli Íslands, Tækniháskólinn, Iðntæknistofnun, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins (Orkustofnun) RF Einnig þurfa viðkomandi ráðuneyti að koma að þessu</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>1.4</b>	<b>Reiknitækni (stofnun)</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Til verði þekking og aðstaða til líkanagerðar og reikninga sem nýtast örtækni sviðinu</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Byggður verði upp þverfaglegur rannsóknahópur. Byggð verði upp aðstaða til krefjandi reikniáðgerða (reikniþyrping – computer clustering)</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Háskólar/stofnanir, fyrirtæki, stjórnvöld</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>1.5</b>	<b>Tölvuver</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Stofna og reka tölvuver fyrir örtækniáætlun sem myndi þróa/nota reiknilíkön til að þjóna öðru tilraunafólki, erlendu sem og innlendu</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Setja upp tölvuver. Ráða umsjónarmann sem sæi um viðhald og almennan rekstur töluklasans. Fá reyndan líkanasmið til að prófa og keyra tilbúin líkön og síðar keyra þjónustuverkefni</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Starfsfólk tölvuvers, reiknitæknistofnun, háskólar landsins</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>1.6</b>	<b>Fjárfestingarsjóður</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Koma á fót fjárfestingarsjóði með sérfræðinga á sviði í nanótækni.</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> - leita til einkaaðila + erlendra aðila um fjármögnun á sjóði á þessu sviði - bjóða út opinbert fjármagn</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> NSA – tæknisjóður, fjárfestingarsjóðir</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>2.1</b>	<b>Samstarf í rannsóknum</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Rannsóknastarf í örtækni sé byggt upp á markvissan hátt . Með því verður áhugavert fyrir leiðandi aðila á sviðinu að leita samstarfs. Íslendingar nýti þá bestu í ESB og BNA til samstarfs</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> - leita til einkaaðila + erlendra aðila um fjármögnun á sjóði á þessu sviði - bjóða út opinbert fjármagn</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Háskóli Íslands – Iðntæknistofnun - Varmaraf</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>2.2</b>	<b>Framleiðsluástaða í rafeindarörtækni</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Koma upp framl. aðstöðu sem getur unnið með örrásir</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Fjárfesting í tækjabúnaði fyrir samsetningu á örrásum og skynjurum fyrir framleiðslu á lífmælum</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Stjórn – Oddi ásamt NSA. ástaða sem aðrir geta komið að og nýtt sér</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>2.3</b>	<b>Miðstöð viðskiptaþróunar</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Til verði miðstöð þekkingar og tengsla sem aðstoðar fyrirtæki og stofnanir við útrás á tæknisviði</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Fjármögnuð verði 1-2 stöðugildi á þessu sviði, t.d. hjá Klaki ehf.</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Opinberir aðilar/háskólar/fyrirtæki</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>2.4</b>	<b>Samstarfsvettvangur um yfirborð í fiskiðnaði</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Samstarf ólíkra fyrirtækja um að þróa yfirborð sem hentar í matvæla (fisk) – iðnaði, mt.t. hreinlætis, krafa EU og FDA, viðhalds ofl.</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Netverk, sem setti af stað nokkur sameiginleg verkefni á sviðinu</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> HÍ – ITÍ – RF - lykilfyrirtæki</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>3.1</b>	<b>Greina - heima</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Hanna og smíða greiningartæki til að t.d. sjúklingur geti sjálfur fylgst með tilteknum heilbrigðisþáttum líkamans og notað til að stjórna sinni eigin lyfjameðferð</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skilgreina hvaða parametrar/sjúkdómur á að greina/stjórna lyfjagjöf á</li> <li>2. Hanna með líkönum flæðirásir sem liggja á flæðieiginleikum í nanóleiðslum</li> <li>3. Grafa leiðslur með t.d. lithographia á kort þannig að hægt sé að greina frá parametra sem á að mæla</li> <li>4. Hanna miniature (nanó) útgáfu af nema sem er hentugur til greiningar</li> </ol> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Lyfja -og heilbrigðisiðnaður</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>3.2</b>	<b>Framleiðsla á hnattkolum og nanórörum úr kolefni</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Hefja framleiðslu á hnattkolum og nanórörum úr kolefni á Íslandi árið 2010</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Samstarfsaðila verður leitað hér og erlendis. Staða þekkingar athuguð og tækni til framleiðslu þróuð</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Rannsóknastofnanir, háskólar, fjármögnunaraðilar, orkufyrirtæki</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>3.3</b>	<b>Nanóagnir til notkunar í læknisfræði og lyfjafræði</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Fá yfirlit og hugmyndir um notkun nanóagna í læknis-og lyfjafræði. Einangra 1-2 svið (verkefni til frekari áherslu)</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Komið verði á fót samstarfsvettvangi rannsóknnaðila, heilbrigðistæknifyrirtækja, sjúkrahúsa</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Iðntæknistofnun, lyfjafyrirtæki, læknadeild, LSH, HÍ</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>3.4</b>	<b>Varmarafmagn</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Að framleiða rafmagn út frá hitamismun á hagkvæmari hátt en nú er gert með því að hagnýta skammta -smughrif</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Þróunarvinna ITÍ / HÍ</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> ITÍ – HÍ – Varmaraf – ofl.</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>3.5</b>	<b>Líftækninemi</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b>  Próa og útfæra hönnun á líftækninema byggðan á tækni örfilmuræktunar . Neminn er sértækur og getur greint einstök prótein og/eða stórar sameindir úr ómeðhöndluðu lífsýni. Neminn getur einnig starfað sem rafnef sem má hagnýta í matvælaíðnaði ásamt almennum líftækniíðnaði</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b>  Próa ræktunartækni. Söfnun á nauðsynlegri fræðilegri þekkingu á próteinum sem á að nema. Útfærsla á “pökkum,” hugbúnaðargerð, rafeindatækni</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b>  Fyrirtæki stofnað kringum hugmyndina, háskólar, hluti unnið sem doktors- og mastersverkefni Fjármögnunaraðilar  Rannsóknarstofnanir</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>3.6</b>	<b>Rannsókn á rafeiginleikum nanórása</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b>  Kanna eiginleika og hegðun nanórása og nýtingu þeirra. Framleiðsla og prófun á nanórásakerfum. Kanna nýtingu á nanórafeindarásam</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b>  Rannsókn á framleiðsluferli nanórása – rannsókn á hegðun og eiginleikum nanórása</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b>  Matvæla, Raunvísindastofnun, fjármögnunarstofnanir, ö-Örtæknikjarni</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>3.7</b>	<b>Yfirborð án örvera</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b>  Próun smíðaeftna eða húðunareftna sem drepa eða hrinda frá sér örverum – Nýtist í smíði búnaðar í matvælavinnslu</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b>  Könnun á stöðu þekkingar í heiminum  - Fundnir samstarfsaðilar, ísl./erl.  - Rannsóknavinna, þróun  - prófanir – mat  -  <b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b>  - nanó rannsóknaraðilar  - matvæla/örveru rannsóknaraðilar  - framleiðendur búnaðar / matvælavinnslu - Marell</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>4.1</b>	<b>Nanóhráefni</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Koma á fót fyrirtæki sem framleiðir hráefni sem er á nanó skala</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Á grundvelli niðurstaðna í keramikttækni verði stofnað framleiðslu -fyrirtæki sem þróar / hannar duft / hráefni fyrir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- framleiðslulínu uppbyggingu</li> <li>- markaðsathugun</li> <li>- kynningarstarf</li> </ul> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> ITI, einkaaðilar</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>4.2</b>	<b>Námskeið-Míní” ráðstefnur fyrir iðnfyrirtæki</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Að auka þekkingarstig íslenskra fyrirtækja um nanó/örtækni</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Skipuleggja námskeiðaröð eða smáráðstefnur um nanótækni – bjóða heim erlendum aðilum með afburða þekkingu á sviðinu</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> SI-HÍ/THÍ – ITÍ - tæknifyrirtækin</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>4.3</b>	<b>Mannauður</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Auka mannauð</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Kynna þá möguleika sem nanótækni býður í framtíðinni Gera nanótækni áhugaverða fyrir ungt fólk og hvatningu til framhaldsnáms</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Örtæknivettvangur – Samtök iðnaðarins – HÍ</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>4.4</b>	<b>Þróun örskynjara</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Þróa og minnka skynjara í lífmæla Stjörnu-Odda</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Forma og móta efni, þrykkja efni á fleti og vinna þannig að úr verði skynjari. Um er að ræða að smækka núverandi skynjara og bæta við nýjum</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Stjörnu – Oddi, ITÍ félag, stofnun úr heilbrigðistæknigeiranum</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>4.5</b>	<b>Fjölgun rannsóknamenntaðra manna í tæknimenntun</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Fjölga prófessorum og sérfræðingum um 50 á næstu 7 árum</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Skilgreina nýjar stöður til að fylla upp í þekkingargöt</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Háskólar / rannsóknarstofnanir</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>4.6</b>	<b>Opinn Háskóli</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Breyta 50 námskeiðum í verkfræði og raunvísindum í opin námskeið á Netinu – Byrja með einu námskeiði</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Eitt námskeið t.d. í eðlisfræði (I-IV) verður netvætt með vinnu þriggja starfsmanna á þremur árum þannig að upplifun nemanda af námskeiði verði fimmfalt betri en fyrirmyndin</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> háskólar/sveitarfélög/kennarar</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>4.7</b>	<b>Orkutækni – framleiðsla vetnisgeymslu</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Að hérlandis sé framleitt efni sem nýta má til geymslu vetnis – svo sem örpípur (nano-tubes) eða málmhydrið.</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Sameinaðir kraftar háskólastofnana og sprotafyrirtækja í samvinnu við leiðandi þekkingaraðila erlendis, ásamt áherslum Íslands í vetnistækni. Fyrirtæki stofnað og framleiðsla hafin</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> Háskóli Íslands – Iðntæknistofnun - Varmaraf</p>
---

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>4.8</b>	<b>Fræðsla um nanóbyggingu efna</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Markmiðið er að tæknilegir stjórnendur og millistjórnendur í framleiðsluðnaði skilji hvernig eiginleikar vöru þeirra byggjast á nanó-byggingu efnisins</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> 1. Grunnnámskeið í efnisfræði plasts og málma 2. Samræða milli fyrirtækja og kennilegra sérfræðinga</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> ITÍ – SI – Lykilfyrirtæki – erlendar stofnanir</p>
--

Númer:	Heiti verkefnis:	Forgangur	Staða
<b>5.1</b>	<b>Markáætlun í örtækni '05 - 12</b>		

<p><b>Markmið verkefnisins:</b> Styrkja R&amp;P verkefni sem falla að fimm lykilsviðum markáætlunar 2005 – 2012 Auka samkeppni fyrirtækja - Samstarf Uppbygging þekkingar</p> <p><b>Stutt lýsing á framkvæmd:</b> Hópur úr atvinnulífi – háskólum og stofnunum skilgreina lykilsvið rammaáætlunar Kallað er eftir umsóknum tvisvar á ári á tilteknum afmörkuðum sviðum Fagráð Rannís í örtækni metur umsóknir – Stjórn úthlutar – möguleiki á forverkefnum</p> <p><b>Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:</b> - Örtæknivettvangur - Rannsóknamiðstöð Íslands ITÍ, HÍ, SI, Vísindanefnd – Tækniþróunarnefnd, Tækniþróunarsjóður</p>
--



Númer: Heiti verkefnis: Forgangur Staða

<b>5.2</b>	<b>Kynning örtækni</b>		
------------	------------------------	--	--

**Markmið verkefnisins:**

Kynna örtækni fyrir almenningi, fjölmiðlum, stjórnámálamönnum og á öðrum vettvangi á Íslandi

**Stutt lýsing á framkvæmd:**

Stöðug kynning á Íslandi á þróun og hagnýtingu örtækni – árangurssögur, skrif, vefir, kvikmyndir, sjónvarpsefni

**Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:**

Örtæknivettvangur, Rannís, rannsóknaraðilar, fyrirtæki - notendur

Númer: Heiti verkefnis: Forgangur Staða

<b>5.3</b>	<b>Tækniþróunarsjóður - EUREKA</b>		
------------	------------------------------------	--	--

**Markmið verkefnisins:**

R&D verkefni á vettv. EUREKA – sjá Eureka

**Stutt lýsing á framkvæmd:**

Tækniþróunarsjóður afmarkar 50 m/á ári í Eureka verkefni á sviði nanótækni og framl. tækni

**Framkvæmdaaðilar – hagsmunaaðilar – samstarfsaðilar:**

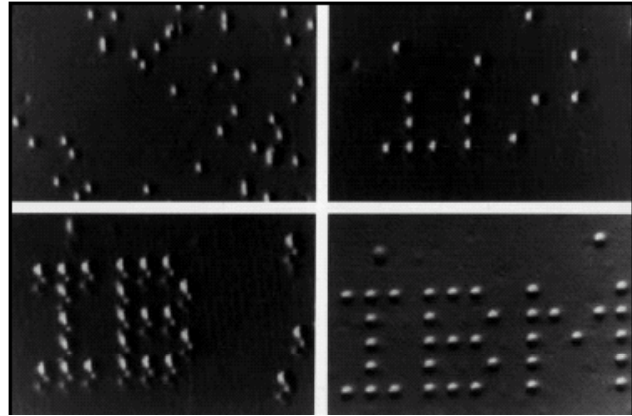
Fagrað Tækniþróunarsjóðs og stjórn – Rannís – Nýsköpunarsjóður

## 5.2 Örtæknikjarni

### Hvað er Örtækni og Örtæknikjarni?

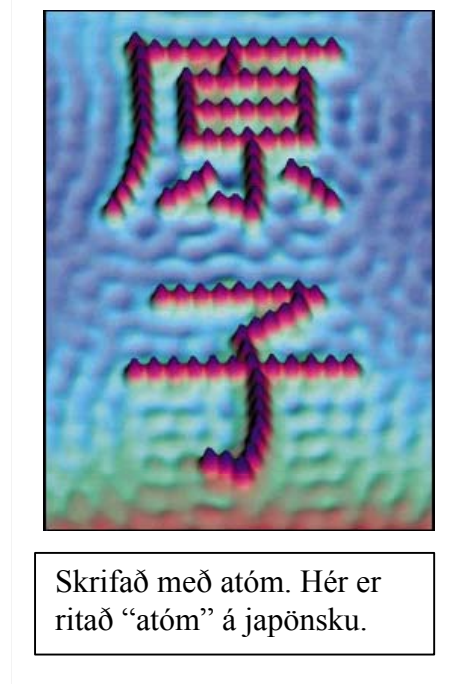
Framþróun á fjölmörgum sviðum er í auknum mæli farin að reiða sig á hæfileika mannsins til þess að geta unnið með minnstu einingar hins efnislega heims. Það gerist á skala sem nefnist nanóskali en nafnið vísar til þess að unnið er með stærðir niður í einn milljarðasta úr metra ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ). Bil á milli nágrannaatóma í málmum er oft um  $0.15\text{nm}$ . Til þess að geta unnið á þeim skala þarf bæði að vera hægt að skoða eða mæla hluti og síðan að geta haft áhrif á þá með nákvæmni upp á brot úr nanómetra.

Undanfarna áratugi hafa vísindamenn víða um heim verið að þróa aðferðir til þess að skoða efni með svo mikilli nákvæmni að greina má einstök atóm.



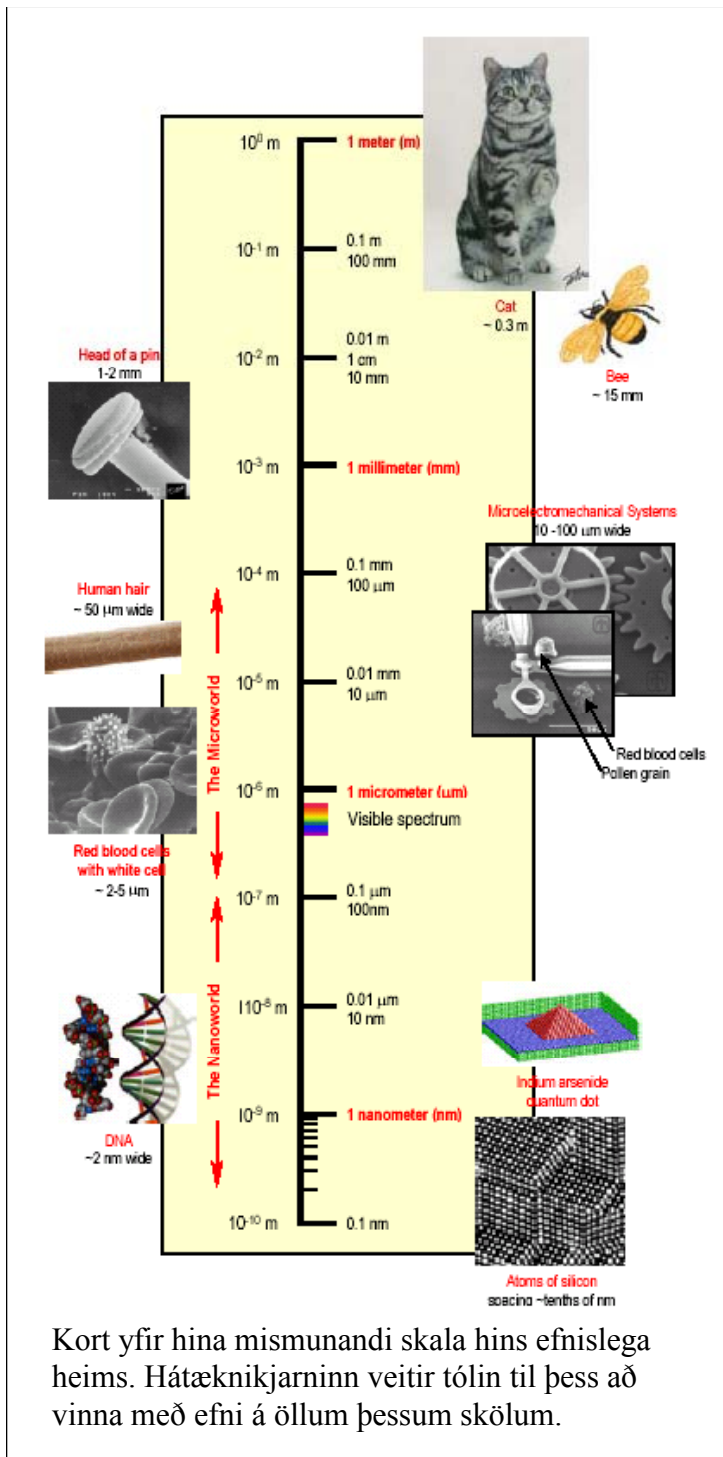
Myndirnar sýna hvernig xenon atómum er komið fyrir með smugsjá til þess að mynda merki IBM. Sumir segja að þetta afrek marki upphaf nanótækninnar. (1989)

Ein aðferð, sem óhætt er að kalla flaggskip nanótækninnar, beitir smugsjá (e. Scanning Tunneling Microscope STM) en með henni má skoða yfirborð málma með svo mikilli nákvæmni að greina má einstök atóm. Fyrir um tíu árum var uppgötvað að með smugsjá má einnig hafa áhrif á einstök atóm, þ.e. að hægt er að færa einstök



Skrifað með atóm. Hér er ritað “atóm” á japönsku.

atóm til og staðsetja þau á yfirborði með nákvæmni sem nemur broti úr nanómetra. Myndirnar hér að ofan sýna hvernig frumkvöðullinn, sem er starfsmaður IBM, byggði upp merki fyrirtækisins með xenon atómum á platínuyfirborði. Segja má að þetta verk hafi markað upphaf nanótækninnar.



Fjöldi annarra tækja hefur verið þróaður til þess að vinna á litlum skala. Þau eru hönnuð með það fyrir augum að vinna á mismunandi stærðarskölum og með ólík efni. Til dæmis er ekki hægt að skoða einangrandi yfirborð með smugsjanni þar sem hún reiðir sig á leiðni yfirborðsins en í þessu tilviki má skoða yfirborðið með atómkraft-já (e. Atomic Force Microscope AFM) sem hefur atómupplausn líkt og smugsjain. Á aðeins stærra skala hentar að skoða efni með tækjum eins og rafeindasmásjá og á enn stærra skölum með hefðbundnum smásjám sem greina endurkastað ljós. Þegar unnið er á nanóskala er mikilvægt að hafa einnig tæki til að skoða það sem unnið er með á öllum skölum en óhjákvæmilegt er að vinna á öllum aðliggjandi skölum þess sviðs sem unnið er á hverju sinni.

Til þess að byggja, smíða og móta á smæstu stærðarskölum hefur á síðustu áratugum verið þróuð röð af tækjum sem henta á mismunandi stærðarskölum. Þetta eru annars vegar aðferðir þar sem efni er byggt upp atóm fyrir atóm, eins og í dæminu hér að ofan, eða með ræktun örfilma sem geta verið eitt atóm að þykkt. Hins vegar er um að ræða aðferðir þar sem efni er fjarlæggt með skipulögðum hætti svo sem með ætingu. Stýra má ætingunni með því að verja þá

hluta yfirborðsins, sem ekki á að æta, með aðferðum sem minna helst á hefðbundna ljósmyndatækni. Aðrar aðferðir reiða sig á leysitækni þar sem efni er fjarlæggt með oflugum leysi.

Auk þessa þátta er eru til tæki og aðferðir til þess að setja hluti saman með mikilli nákvæmni. Þessi upptalning er engan veginn tæmandi og er einungis ætluð til þess að veita tilfinningu fyrir því að vinna á nanóskala og/eða míkroskala á tækni og tækjum sem vinna á öllum skölum, sbr. kortið yfir stærðarskalana hér að ofan. Það þarf sér tækni og tæki bæði háð efni og stærðarskala, alveg frá smugsjanni uppi í hinn

hefðbundna rennibekk og önnur tæki til fínsmíði. Örtæknikjarna má líta á sem “verkfærakistu” sem inniheldur öll þessi tæki, tækni og þekkingu.

Það er ógerningur öðrum en stærstu fyrirtækjum og háskólum að ráða yfir öllum þeim tækjum og þekkingu sem þarf til þess að geta unnið að þróun sem nýtir sér þessa tækni. Hugmyndin með Örtæknikjarna er að á einum stað sé hægt að nálgast nauðsynleg tæki og þekkingu til að geta unnið að örtækniverkefnum. Þetta fyrirkomulag er engan vegin nýtt af nálinni. Örtæknikjarna er að finna við fjölmarga háskóla bæði í Bandaríkjunum og Evrópu. Þá er einnig að finna á öllum Norðurlöndum nema Íslandi.

## Notendur Örtæknijarna

Aðferðir örtækninnar eru notaðar til þess að þróa tæki, ný efni og aðferðir á fjölmörgum sviðum. Hér má nefna rafeindatækni, orkutengda tækni, svo sem nýtingu vetnis og varma, lífvísindi, lækningatækni, lyfjaþróun, lyfjagjöf, samskiptatækni, efnistækni ásamt fjölmörgum öðrum sviðum.



Notendur örtæknijarnans gætu verið fyrirtæki sem stunda þróun og nýsköpun á einhverju af þessum sviðum. Örtæknijarninn er sprotafyrirtækja-útungunarvél, hann er réttur vettvangur til þess að smíða frumgerðir og þar með sannreyna nýjar uppfinningar. Mikilvægt er að örtæknijarninn veiti einnig þjónustu varðandi rekstur fyrirtækja og einkaleyfisumsóknir. Örtæknijarninn myndi veita aðstöðu til þess að stunda grunnrannsóknir tengdum aðferðum örtækninnar ásamt rannsóknum í raungreinum, lífvísindum og heilbrigðistækni þar sem hinir sérstöku möguleikar sem örtæknin veitir eru nýttir. Allar æðri menntastofnanir, þar sem stundaðar eru rannsóknir á landinu, yrðu því notendur örtæknijarnans. Rannsóknatengt nám í samvinnu við þessar stofnanir verður því mikilvægur hluti starfseminnar. Örtæknijarninn sæi einnig um að þjálfa upp tæknifólk í að vinna með tækjum og aðferðum örtækninnar. Með þessu móti mun örtæknijarninn stuðla að því að færa örtæknina út í iðnaðinn. En fyrirsjáanlegt er að samkeppnisgeta fyrirtækja sem stunda rannsóknir og þróun mun í auknum mæli verða háð færni í því að beita aðferðum örtækninnar. Það er því þjóðhagslega mikilvægt að hlúa vel að þessu máli. Listi yfir sum þau svið sem örtæknijarninn myndi þjóna er

### *Örtæknijarni, greining, smíði, ræktun*

- Véla- og rafeindatækni
  - Samgöngutækni
  - Örtölvur
  - Einkatölvur
  - Þjarkar
  - Ljósleiðarar
  - Fjarskiptatækni
  - Hugbúnaður
  - Upplýsingatækni
- Heilbrigðistækni
  - Lækningatækni
  - Lyfjaiðnaður
- Líftækni
  - Genatækni

- Landbúnaður
- Fiskveiðar
- Lyfjaframleiðsla
- Nanótækni
  - Ný efni
  - Hvarfahvatar
  - ?

## Útfærsla Örtæknikjarna

Hvað er þá eiginlega örtæknikjarni og hvernig á að reka hann?

Örtæknikjarninn er bygging þar sem er að finna tæki örtækninnar eins og þau sem hefur verið dregið á hér að ofan. Þar þarf einnig að vera hreinherbergi þar sem ferli sem ekki þola gróft ryk eru framkvæmd. Síðan þarf að vera hefðbundið fínsmíðaverkstæði. Í örtæknikjarnanum þarf að vera fast starfsfólk sem viðheldur tækjunum og aðstoðar og þjálfar notendur. Einnig þarf að vera aðstæða fyrir notendur í formi skrifstofa og lítilla tilraunastofa þar sem notendur útfæra og prófa afurðirnar sem þróaðar eru í Örtæknikjarnanum.

Til þess að stuðla að myndun sprotafyrirtækja sem er eitt meginmarkmið kjarnans er mikilvægt að veita stuðning við stofnun og rekstur fyrirtækja. Einnig er mikilvægt að einkaleyfasérfræðingur starfi við kjarnann til þess að aðstoða við einkaleyfaumsóknir. Reynslan frá erlendum örtæknikjörnum sýnir að algengt ferli við stofnun sprotafyrirtækja er að þau hefjast sem rannsóknarverkefni eins eða fleiri doktors nema. Að loknu námi fylgja þeir verkefni sínu eftir með því að sækja um einkaleyfi sem ver rannsóknarniðurstöður þeirra og stofna fyrirtæki til þess að þróa hugmyndina yfir í afurð sem hefur viðskiptalegt gildi. Þetta nýja fyrirtæki er áfram tengt örtæknikjarnanum þangað til að það hefur náð nægjanlegum þroska til þess að flytjast í eigið húsnæði eða það sameinast stærra fyrirtæki sem kaupir afurðina. Oft er það ekki á færi nema stærstu fyrirtækja að fullþróa og markaðssetja arfurðir sem verða til í örtæknikjörnum.

Eðlilegt rekstrarform fyrir örtæknikjarna er að hann öðlist hlut í einkaleyfum og fyrirtækjum sem verða til innan hans vébanda. Með tímanum má ætla að örtæknikjarninn verði arðbær og geti þar með staðið undir eigin rekstri. Mikilvægt er að lágmarka þröskuldinn fyrir myndun nýrra fyrirtækja. Rekstraformið á því ekki að vera í formi þjónustugjalda, heldur ættu góðar hugmyndir að fá frjálsan aðgang að kjarnanum og fjárhagslegan stuðning úr þar til gerðum sjóði. Með tímanum yrði samkeppni um aðgang að örtæknikjarnanum og má þá ætla að hugmyndir sem lagðar eru fyrir örtæknikjarnann yrðu betur unnar og að gæði verkefna yrði meiri. Gera þarf ráð fyrir að Örtæknikjarninn myndi síðar stækka með eftirspurn. Í Bandaríkjunum er algengt að 10-50 sprotafyrirtæki starfi undir einum örtæknikjarna.

### Myndun Örtæknikjarna

Að mynda örtæknikjarna er kostnaðarsamt, stofnkostnaður er varlega áætlað á bilinu 300-1000 milljónir króna, og árlegur rekstrarkostnaður til að byrja með um 100-200 milljónir króna. Líklegt er að arður af rekstrinum yrði um 5-10 ár að skila sér. Það er því ljóst að myndun Örtæknikjarna er ekki á færi neinnar einnar stofnunar. Líklegt er að ríki og borg verði að taka þátt í rekstrinum til þess að af honum megi verða þó að einnig sé hugsanlegt að leita megi til langtímaffjárfesta erlendis.

Til þess að vinna að framgangi þessa máls þurfa notendur og hagsmunaaðilar að taka höndum sama og mynda félag. Aðilar sem eðlilegt er að láti sig málið varða eru:

- Háskóli Íslands
- Háskólinn á Akureyri
- Háskólinn í Reykjavík
- Tækniháskólinn
- Iðntæknistofnun
- Raunvísindastofnun
- Orkustofnun
- Rannsóknastofnun Byggingariðnaðarins
- Aflvaki hf fyrir hönd Reykjavíkur borgar
- Samtök Iðnaðarins
- Rannsóknamiðstöð Íslands
- Ýmis fyrirtæki
- 

Þessi hópur þyrfti að mynda með sér félag og koma fram gagnvart þeim ráðuneytum sem þessu tengjast. En það eru:

- Iðnaðarráðuneytið
- Menntamálaráðuneytið
- Fjármálaráðuneytið

Raunar væri æskilegt að ráðuneytin kæmu strax að undirbúningsvinnunni, þ.e. að gera þarfagreiningu og mynda viðskiptaáætlun fyrir örtæknikjarnann.