

# Framsækinn framleiðsluiðnaður

- Framtíðaráskoranir -  
Breyttur heimur



Nýsköpunarmiðstöð Íslands í samstarfi við Framtíðarsetur Íslands  
- 2019 -

Nýsköpunarmiðstöð Íslands í samstarfi við  
Framtíðarsetur Íslands 2019



Nýsköpunarmiðstöð  
Íslands



**FRAMTÍÐARSETUR**  
Íslands

Útgefandi: Nýsköpunarmiðstöð Íslands í samstarfi við  
Framtíðarsetur Íslands.

**Efni:** Staðfært efni frá CBINIGHTS, EMERGING TRENDS,  
What's Next In Advanced Manufacturing, 2019, NExTT  
framework.

**Ritstjóri:** Karl Friðriksson

**Rýni:** Torfi Þórhallsson og Guðbjörg Hrönn Óskarsdóttir

**Hönnun:** Hjörleifur Jónsson

**ISBN:** 978-9935-463-56-2

## Efnisyfirlit

Framsækinn framleiðsluiðnaður	3
Breytingar við sjónarrönd	4
Internet hlutanna	5
Iðnaðarskynjarar	6
Iðnaðarþjarkar	7
Spágreining	8
Jaðarvinnsla	8
Iðnaðardrónar	9
Blandaður veruleiki	10
Klæðileg tækni	10
Iðnaðarbálkakeðja	11
Sérsniðin framleiðsla	11
Vélar sem þjónusta	12
Tölvusjón	12
Prívíddarprentun	13
Gagnasamvirkni	13
Siðferði og viðmið við þróun gervigreindar	14



## Framsækinn framleiðsluþnaður

Við upphaf síðasta árs var gefið út örritið *Nýsköpun handan morgundagsins*, þar sem fjallað var um þær áskoranir sem munu einkenna breytingar næstu árin. Áhersla var á framsækna nýsköpun á sviði stjórnunar og rekstrar.

Við lok ársins var síðan gefið út smáritið *Að hugsa um framtíðir*, áskorun um að huga að viðfangsefnum á ólíkan hátt.

Í þessu riti er einblínt á þær breytingar sem munu einkenna nýjungar á sviði framleiðslu. Þessi atriði sem tilgreind eru hafa auðvitað jafnframt áhrif á þróun í þjónustu þó svo við einblínum á framleiðslu að þessu sinni. Nokkrar þessara nýjunga hafa verið innleiddar í framleiðsluferla nú þegar en verulega vantar upp á samþættingu þeirra og almenna innleiðingu.

Oft er rætt um að breytingar taki á sig tvær myndir. Breytingar sem taka mið af því sem við gerum nú þegar og svo breytingar sem eiga upphaf sitt í nýju mynstri (disruptive innovation), vegna framþróunar í tækni og vísindum. Þessar breytingar valda oftast verulegri röskun á núverandi hefðum og venjum. Þetta eru hins vegar þær breytingar sem verða ofan á til lengri tíma og þeir stjórnendur sem huga að þeim við upphaf þróunar þeirra standa oftast betur að vígi en ella.

Meginhluti þessa efnis er þýtt og staðfært frá CBINIGHTS, EMERGING TRENDS, What's Next In Advanced Manufacturing, 2019, NExTT framework.

Þegar fjallað er um ný mynstur eða strauma koma upp ný orð og orðahugtök. Þau eru óvenjuleg við fyrstu sýn en verða hefðbundin þegar fram líða stundir. Allar ábendingar eru vel þagnar á þessu sviði.

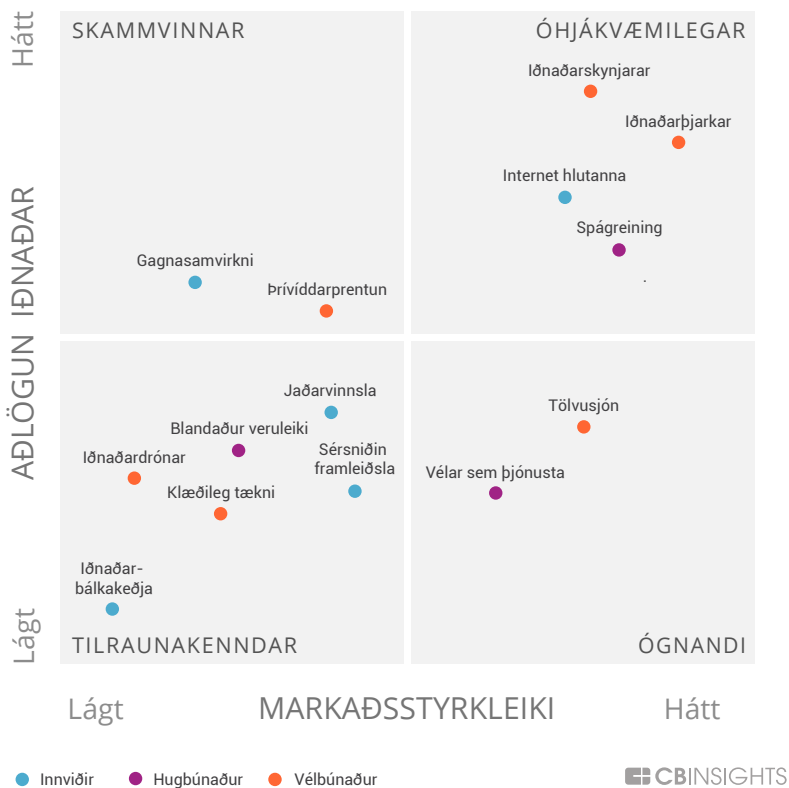
## Breytingar við sjónarrönd

Nýjungar sem eru og munu skapa ný mynstur í framleiðslu framtíðarinnar eru hér settar í mynd, þar sem þær eru skoðaðar út frá tveimur þáttum; hröðun við innleiðingu eða aðlögun iðnaðar og styrkleika á markaði.

Við hröðun innleiðinga er meðal annars átt við skriðþunga nýjunga, fjölda sprotafyrirtækja, samstarf á sviðinu og leyfissamninga svo dæmi séu nefnd.

Varðandi styrkleika á markaði má nefna spár um hugsanlega markaðsstærð, fjölda fjárfesta, fjárfestingar í rannsóknum og þróun, samkeppnishörku á markaði og viðskiptasamninga á viðkomandi sviði.

Á meðfylgjandi mynd eru atriðin flokkuð í eftirfarandi fjóra flokka.





## INTERNET HLUTANNA



Mun árið 2019 verða árið þar sem við gerum okkur grein fyrir hvernig við getum notfært okkur gögn (gríðargögn) í tengslum við internetið?

Því er spáð að internet hlutanna muni árið 2020 færa okkur verulega framleiðniaukningu. Þá er talið að fjöldi nettengdra tækja muni þrefaldast. Fyrirtæki í dag eru umvafin gögnum, en ná þeim ekki fram eða að samþætta þau og innleiða.

Internet hlutanna fjallar um samþættingu tækja og hugbúnaðar tengdum netinu. Slík kerfi hafa það að markmiði að umbreyta rafrænum upplýsingum til að auka skilvirkni, skapa verðmæti, draga úr kostnaði og auka lífsgæði í samfélögum.



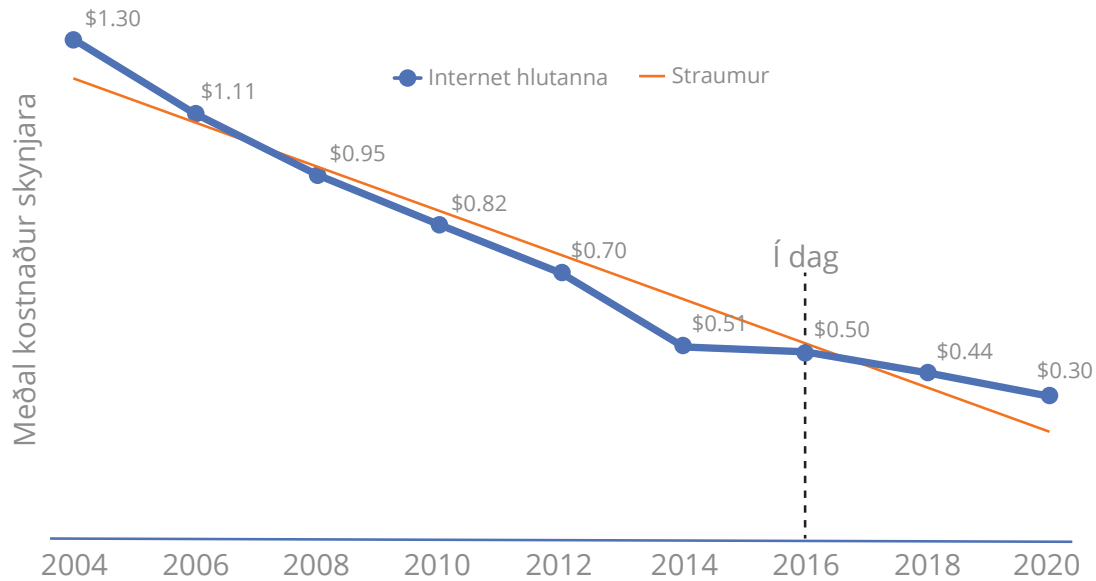
## IÐNAÐARSKYNJARAR



Verð á skynjum heldur áfram að lækka, sem veitir greiðan aðgang að hrágögnunum sem knýja internet hlutanna (e.IOT). Verð á iðnaðarskynjum lækkar og ekkert bendir til að það hægi á þeirri lækkun. Skynjarar, stýritölvur og hreyfar eru ódýrari og auðveldari í notkun en nokkru sinni fyrr, og framleiðendur eru farnir að nýta sér þá innsýn sem þeir gera mögulega.



### Lækkun kostnaðar á skynjara í tengslum við internet hlutanna



Heimild: iotone.com | Accelerating the Industrial Internet of Things

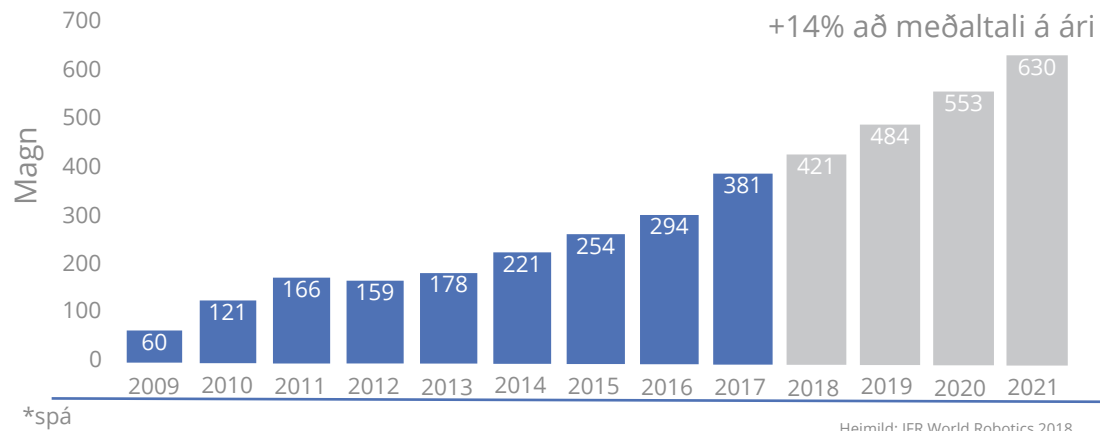
## IÐNAÐARÞJARKAR



Þjarkar verða sífelld minni, snjallari og gegna stærra hlutverki í störfum manna. Iðnaðarþjarkar hafa verið í notkun síðan upp úr 1960, og notkun þeirra hefur stórukaust í mörgum iðngreinum undanfarin ár. En mikilvægari tilhneiging sem sést halda áfram á árinu 2019 er að þjarkar verði minni, snjallari og gegni stærra hlutverki í lífi manna.



### Áætlað framboð í heiminum á iðnaðarþjörkum 2009-2017 og 2018\*-2021\*



## SPÁGREIING



Greiningarhugbúnaður bregst ekki lengur við vandanum heldur kemur í veg fyrir hann. Tilhneigingin í greiningartækni er að í stað greiningar á liðnum atburðum er áherslan komin á spágreiningu á framtíðinni. Spágreining hefur rutt sér til rúms á undanförunum árum með öflugri gervigreind og lækkandi verði á nemum og reiknigetu. Fólk nýtir sér greiningarverkfæri til að auka reiknigetu sína og stytta þann tíma sem greiningin tekur.



## JAFARVINNSLA



Tölvuvinnsla á „jaðrinum“ gæti borið uppi þróaðri framleiðslu. Jaðarvinnsla (e. edge computing) gæti orðið grundvöllur að margskonar framúrstefnulegri verksmiðjutækni. Tölvusjón, gervigreind og þróuð greining knýja mikla skilvirkni, en til þess að jaðarvinnsla geti orðið að veruleika þarf öfluga tölvuinnviði til að keyra forrit með litlum eða engum biðtíma. Hingað til hafa þeir innviðir sem knýja þróaða framleiðslu aðallega verið á skýinu, frá spágreiningu til tengdra nema. Jaðarvinnsla gæti verið það stökk í reiknigetu sem gerir næstu kynslóð framleiðslutækni mögulega. Jaðarvinnsla felur í sér að færa greininguna nær uppruna gagnanna, eða á „jaðarinn“ – í þessu tilviki iðnvélar – í stað þess að senda gögnin á miðlægan gagnavinnslustað. Með því að stytta tímamann frá því gögn verða til að vinnsla og greiningu styttrir jaðarvinnslan biðtíma og eykur viðbragðshraða.





## IÐNAÐARDRÓNAR



Drónar eru óneitanlega verðmæt vara, en erfitt ár 2018 vekur upp spurningu — hverjir munu eignast iðnaðardrónamarkaðinn? Verslun með dróna átti erfitt uppdráttar undir lok ársins 2018. Hægt er að nota dróna á mörgum sviðum, þar á meðal í mannvirkjagerð, olú- og gasvinnslu, innviðum og flutningum. Drónar eru oft notaður í námu- og byggingariðnaði til að kortleggja vinnusvæði. Bændur nota þá einnig til að úða nytjaplöntur og greina uppskeruna. Fjárfestar hafa sett 1,2 milljarða bandaríkjadala í sprotafyrirtæki sem framleiða vélbúnað í dróna síðan 2013.



## BLANDAÐUR VERULEIKI



Aukinn veruleiki gæti umbreytt þjálfun starfsmanna og öryggismálum í flókinni framleiðslu. Búist er við að aukinn veruleiki muni hafa gríðarleg áhrif á iðnaðarvinnustaði. Aukinn veruleiki gæti umbreytt öryggismálum, þjálfun og framleiðni starfsfólks. Aukinn veruleiki („augmented reality“), eða tækni sem leggur tölvugerðar myndir yfir það sem notandi sér í raunheiminum með sérstökum gleraugum og blandaður veruleiki („mixed reality“), sem leyfir notandanum að handfjatla sýndarhluti í raunheimi, gæti haft mikil áhrif á iðnaðarvinnustaði. Umtal um aukinn veruleika tóku fram úr sýndarveruleika á tekjufundum fyrirtækja á markaði seint á árinu 2018, samkvæmt mælingum CB Insights.



## KLÆÐILEG TÆKNI



Notkun klæðilegrar tækni í iðnaði mun í fyrstu snúast um hagnýtingu hennar, en frammistöðubætandi tækni gæti verið handan við hornið. Í klæðilegum tækjum er m.a. nýtt blönduð veruleikatækni sem og vélar sem bæta afköst og öryggi starfsfólks. Á meðal klæðilegrar tækni sem er í þróun er allt frá hinu framúrstefnulega (stoðgrindur fyrir starfsfólk) til hins hagnýta (tengdir hjálmar fyrir námuverkamenn). Þó starfsmenn sem eru mennskir að hálfu leyti og vélar að hálfu leyti á munu ekki sjást árinu 2019 er mikil þróun í gerð klæðilegrar tækni. Námuvinnslusinn BHP prófaði nýlega tækni frá SmartCap, sprotafyrirtæki sem býr til tengdar húfur og hjálma. Tækni SmartCap fylgdist með þreytu starfsmanna. Höfuðnemar fyrirtækisins mæla heilastarfsemi til að ákvarða árvekni og þreytu, og sendir gögnin til forrits með Bluetooth. Vara SmartCap er nær hagnýta endanum á rófi klæðilegrar tækni. Þessi tækni veitir rauntímagögn um árvekni og framleiðni starfsmanna. Á framúrstefnulegri endanum er tækni sem hefur áhrif á líkamsstyrk og afköst starfsmanna.

Sarcos Robotics vinnur að frumgerð að eins konar stoðgrind sem gerir starfsmönnum kleift að lyfta 90 kg áreynslulaust og án þess að slasa sig. Frumgerðin virðist ná yfir stærstan hluta líkamans, og er hlaðin nemum og stýrihugbúnaði.



## IÐNAÐARBÁLKAKEÐJA



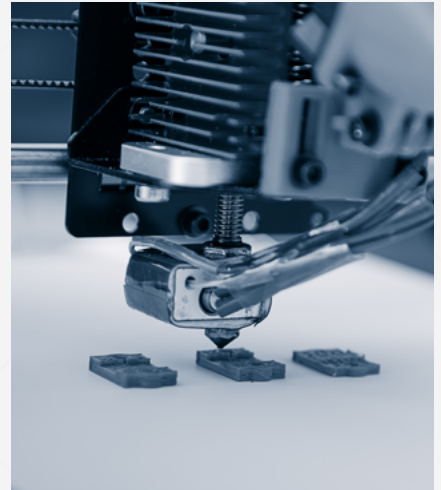
Ný framtaksverkefni um bálkakeðjur fyrir þrívíddarprentun, internet hlutanna og frumgerðir í öryggismálum munu líklega verða grannskoðuð. Árin 2017 og 2018 var mikið í gangi og mikil spákaupmennska í bálkakeðjum og rafmyntum. Rafmyntir hafa lækkað í verði, og hægt er að halda því fram að bálkakeðjur séu ekki jafnspennandi og áður. Áhugi á bálkakeðjum minnkaði síðla árs 2018 svo það gæti þurft að endurmeta hagnýtingu þeirra í iðnaði á árinu 2019. Ýmiss konar iðnaðarfyrirtæki kynntu til sögunnar bálkakeðjuframtaksverkefni árin 2017 og 2018, þar á meðal aðfangakeðju-/vörustjórnunarfyrirtæki, námuvinnslufyrirtæki og olíu- og gasfyrirtæki. Ekki er hægt að eiga við höfuðbók bálkakeðja sem veitir aðfangakeðjum fyrirtækja og IoT-netum aukið öryggi.



## SÉRSNIÐIN FRAMLEIÐSLA



Með notkun þrívíddarprentunar eru framleiðendur bílahluta orðnir enn færari um sérframleiðslu í miklu magni. Sérsniðin framleiðsla, eða sérframleiðsla í miklu magni, sameinar þrívíddarprentun, nema, róbótatækni og þróaðar vöruprófanir — samþætting framleiðenda upprunalegs búnaðar, birgja og viðskiptavina stýttir framleiðslulotur gríðarlega. Kerfi eins og tímastillt framleiðsla, þar sem öflun og framleiðsla er sniðin að þörfum viðskiptavina, eru ekki ný tækni. Toyota var í fararbroddi tímastilltrar framleiðslu seint á fimmta áratug síðustu aldar með svokölluðu Toyota-framleiðslukerfi. Dell fullkomnaði „haga eftir pöntun“ tölvuframleiðslu milli 1990 og 2000. Næsta bylgja í sérsniðinni framleiðslu verður knúin af róbótatækni og tengdum tækjum í verksmiðjum og hjá birgjum. Bílaiðnaðurinn er í fararbroddi sérframleiðslu í miklu magni. Bílaframleiðendur hafa verið með þeim fyrstu til að nota þrívíddarprentun við framleiðslu varahluta. Volkswagen tilkynnti árið 2018 að það muni nota Metal Jet þrívíddarprentarann frá HP við sérframleiðslu. HP vinnur með GKN Powder Metallurgy að því að setja upp þrívíddarprentara í verksmiðjum Volkswagen.



## VÉLAR SEM ÞJÓNUSTA



Nemar og fjareftirlit gætu leitt til nýrra viðskiptamóðela. Nemar og tengd tæki gætu leitt til fleiri tækifæra fyrir viðskiptamóðelið „vél sem þjónusta“, sem oft er kallað „vélbúnaður sem þjónusta“. Þessi tilhneiging er í takt við það sem er að gerast í öðrum greinum sem gera stórar fjárfestingarvörur aðgengilegri og auðveldari í fjármögnun (dæmi um þetta er Uber). Vél sem þjónusta er til sem viðskiptamódel fyrir stórar fjárfestingarvörur en hefur ekki verið notað mikið utan flugvélaíðnaðarins. Framleiðendur þotuhreyfla bjóða upp á viðskiptamóðelið „power-by-the-hour“, þar sem flugfélög borga fyrir hreyfítíma og viðhald, en kaupa aldrei hreyfilinn.



---

---

---

## TÖLVUSJÓN



Framfarir í gervigreind og nematækni gætu orðið þess valdandi að tölvusjón bylti ýmiss konar iðnaði. Tölvusjón hefur notið góðs af framförum í annarri iðnaðartækni, sem þýðir að hún mun líklega ryðja sér enn frekar til rúms á árinu 2019. Líkt og í ýmsum öðrum iðnaði gera jaðarvinnsla og ódýrir nemar það auðveldara en nokkru sinni fyrr að nýta tölvusjónarlausnir. Hægt er að nota tölvusjón til að greina gæðavandamál með rafrænum hætti, flokka birgðir og stýra ferlum. Varðandi vörugalla, svo dæmi sé tekið, geta verksmiðjur bætt afköst og lækkað kostnað, án þess að mannsaugað þurfi að koma við sögu.



---

---

---

## ÞRÍVÍDDARPRENTUN



Áhugi á þrívíddarprentun hefur minnkað og það mun velta á bættum hugbúnaði hvort næsta kynslóð hennar muni njóta velgengni. Í mörg ár hefur verið sagt að þrívíddarprentun muni gerbreyta framleiðslutækni, en tæknin hefur ekki enn náð almennilegri fótfestu. Miklir peningar hafa flætt inn í geirann, þar sem áhættufjárfestingar í þrívíddarprentun hafa aukist mjög eftir að hafa verið frekar litlar um árabíl. Hins vegar stefnir í að fjárfestingar áhættufjárfesta verði minni árið 2018 en metárið 2017.



## GAGNASAMVIRKNI



Sprotafyrirtæki stefna á að leysa vandamál sem tengjast einangruðum IoT-gögnum. Internet hlutanna í iðnaði hefur búið til gríðarlegt magn af gögnum í gegnum árin, stærstan hluta þeirra frá ólíkum og ótengdum nemum sem senda gögn sín í ótengd kerfi. Í rannsókn Harvard Business Review á interneti hlutanna kom í ljós að innan við helmingur skipulagðra gagna er notaður í ákvarðanatöku, og innan við 1% óskipulagðra gagna er notað með einhverjum hætti. Hluti af skýringunni á þessari vannýtingu á IoT-gögnum er skortur á samvirkni milli kerfa. Til þess að greina IoT-gögn með skilvirkum hætti og taka ákvarðanir þurfa fyrirtæki að samþætta gögn úr ólíkum áttum.





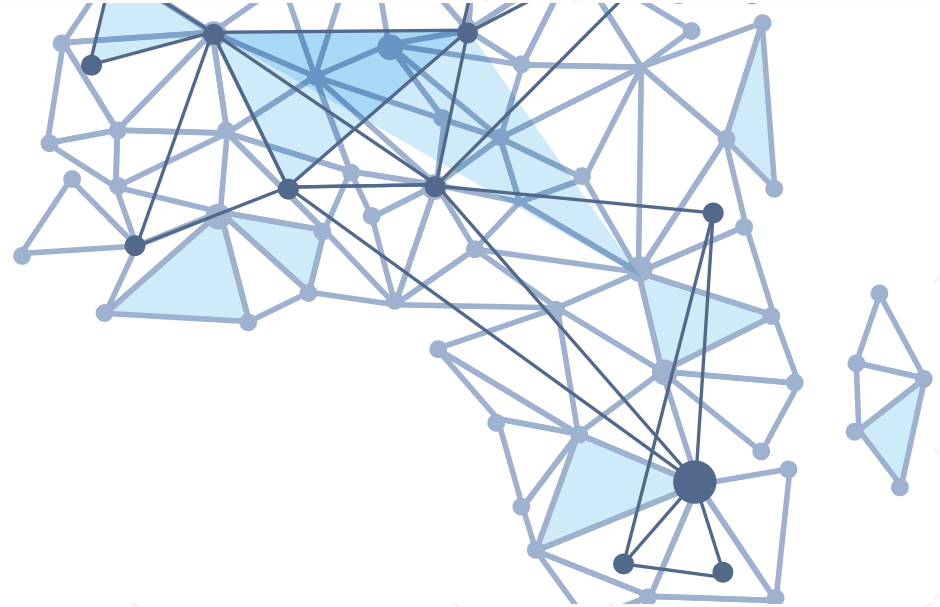
## Siðferði og viðmið við þróun gervigreindar

Fyrri hluta árs 2017 stóð Future of Life Institute að ráðstefnu á sviði gervigreindar í Asilomar í Bandaríkjunum. Einn afkastur þessarar ráðstefnu voru 23 reglur eða viðmið sem lagt er til að haft verði í huga við frekari þróun gervigreindar. Áframhaldandi þróun hennar, með eftirfarandi grunnreglur að leiðarljósi, mun skapa ótrúleg tækifæri til að hjálpa og efla fólk á komandi áratugum og öldum.

Hér eru 23 reglur eða viðmið til að huga að við þróun gervigreindar.

### Rannsóknaratriði

1. **Rannsóknarmarkmið:** Markmið rannsókna á gervigreind ætti ekki að vera að búa til stefnulausa greind, heldur gagnlega greind.
2. **Fjármögnun rannsókna:** Fjárfestingum í gervigreind ætti að fylgja fjármögnun á rannsóknum til að tryggja gagnlega notkun hennar, sem felur meðal annars í sér erfiðar spurningar á sviði tölvunarfræði, hagfræði, lögfræði, siðfræði og félagslegra vísinda, eins og:



- Hvernig gerum við gervigreindarkerfi í framtíðinni nógu harðger, svo þau geri það sem við viljum án þess að bila eða að brotist sé inn í þau („hökkuð“).
  - Hvernig getum við aukið hagsæld okkar með sjálfvirkni og tryggt um leið að fólk hafi tilföng og tilgang?
  - Hvernig getum við uppfært réttarkerfi okkar til að verðþannig að það verði sanngjarnara og skilvirkara, til að halda í við gervigreind, og hafa stjórn á þeim hættum sem tengjast gervigreind?
    - Hvaða gildi ætti gervigreind að miðast við, og hvaða lagalegu og siðferðislegu stöðu ætti hún að hafa?
3. **Tengsl vísinda og stefnumótunar:** Það ættu að vera uppbyggileg og heilbrigð samskipti milli þeirra sem rannsaka gervigreind og stefnumótunaraðila.
  4. **Rannsóknarmenning:** Stuðla ætti að menningu samstarfs, trausts og gagnsæis meðal þeirra sem rannsaka og þróa gervigreind.

5. **Að forðast gervigreindarkapphlaup:** Hópar sem þróa gervigreindarkerfi ættu að ástunda virkt samstarf til að forðast það að slá af kröfum um öryggisstaðla.

#### **Siðareglur og gildi**

6. **Öryggi:** Gervigreindarkerfi ættu að vera hættulaus og örugg á öllum rekstrartíma sínum, og það með sannreynanlegum hætti þar sem við á og það er mögulegt.
7. **Gagnsæi gagnvart misbrestum:** Ef gervigreindarkerfi veldur skaða á að vera mögulegt að finna ástæðu þess.
8. **Gagnsæi gagnvart dómsvaldi:** Öll þátttaka sjálfvirkra kerfa í ákvarðanatöku dómsvalds ætti að veita fullnægjandi skýringu sem til þess bært mannlegt yfirvald getur endurskoðað.
9. **Ábyrgð:** Hönnuðir og smiðir þróaðra gervigreindarkerfa eiga hagsmuni í siðferðilegum afleiðingum notkunar, misnotkunar og aðgerða þeirra, og bera ábyrgð á og hafa tækifæri til að móta þessar afleiðingar.
10. **Samræming gilda:** Gervigreindarkerfi með mikilli sjálfvirkni ættu að vera hönnuð þannig að hægt sé að tryggja að markmið þeirra og hegðun sé í samræmi við mannleg gildi á rekstrartíma þeirra.
11. **Mannleg gildi:** Gervigreindarkerfi ættu að vera hönnuð og rekin þannig að þau séu samrýmanleg við hugsjónir um mannlega reisn, réttindi, frelsi og menningarlegan fjölbreytileika.
12. **Persónuvernd:** Fólk ætti að hafa rétt á aðgangi að og stjórn á þeim gögnum sem það býr til, að gefinni getu gervigreindarkerfa til að greina og nýta þau gögn.
13. **Frelsi og einkalíf:** Notkun gervigreindar á persónulegum gögnum má ekki skerða raunverulegt eða skynjað frelsi fólks með ósanngjörnum hætti.
14. **Samnýtt gagnsemi:** Gervigreindartækni ætti að gagnast og valdefla eins margt fólk og mögulegt er.
15. **Sameiginleg hagsæld:** Þeirri hagsæld sem gervigreind skapar ætti að deila sem víðast, mannkyni öllu til gagns.

16. **Mannleg stjórn:** Menn ættu að ákveða hvernig og hvort gervigreindarkerfi eigi að taka ákvarðanir til að ná markmiðum sem menn hafa ákveðið.

17. **Bann gegn niðurrifi:** Það vald sem stjórn á mjög þróuðum gervigreindarkerfum veitir ætti að virða og bæta, frekar en að rífa niður, þau félagslegu og borgaralegu ferli sem heill samfélagsins byggir á.

18. **Gervigreindarvopnakkapphlaup:** Forðast ætti vopnakkapphlaup í banvænum sjálfvirkum vopnum.

#### **Langtímaatriði**

19. **Getuviðvörðun:** Þar sem skiptar skoðanir eru á því ættum við að forðast miklar ályktanir varðandi efri mörk gervigreindargetu í framtíðinni.
20. **Mikilvægi:** Þróuð gervigreind gæti valdið straumhvörfum í sögu lífs á jörðinni, og ætti að gera ráð fyrir því og stjórna með viðeigandi aðgát og úrræðum.
21. **Hættur:** Ógnir sem stafa af gervigreindarkerfum, sérstaklega ef um miklar eða tilvistarlegar ógnir er að ræða, skulu lúta skipulagningu og mildunarúrræðum í samræmi við áætluð áhrif.
22. **Endurkvæm sjálfbæting:** Gervigreindarkerfi sem hönnuð eru til að bæta sig sjálf með endurkvæmum hætti eða gera endurgerðir af sjálfum sér með hætti sem gæti leitt til ört vaxandi gæða eða fjölda skulu vera háð ströngum öryggis- og stjórnunarúrræðum.
23. **Almannaheill:** Ofurgreind ætti aðeins að þróa til þess að þjóna siðferðilegum hugsjónum sem margir deila, mannkyni öllu til gagns, frekar en einu ríki eða samtökum.

20  
19



Nýsköpunarmiðstöð  
Íslands