



# Efnahagsleg tækifæri gervigreindar á Íslandi



Stjórnarráð Íslands  
Háskóla-, iðnaðar- og  
nýsköpunarráðuneytið

  
Hagstofa Íslands

## Útgáfa

Háskóla-, iðnaðar- og nýsköpunarráðuneytið

Nóvember 2024

[www.hvin.is](http://www.hvin.is)

[hvin@hvin.is](mailto:hvin@hvin.is)

## Efnisyfirlit

Hvað er gervigreind?	3
Efnahagsleg tækifæri	7
Áhrif á vinnumarkað	11
Samfélagslegar áskoranir	16
Hvar stendur Ísland?	22
Hvernig nýtum við dauðafærið?	27
Lykilgögn	31
Aðferðafræði	32
Hugtakalisti	34





# Hvað er gervigreind?

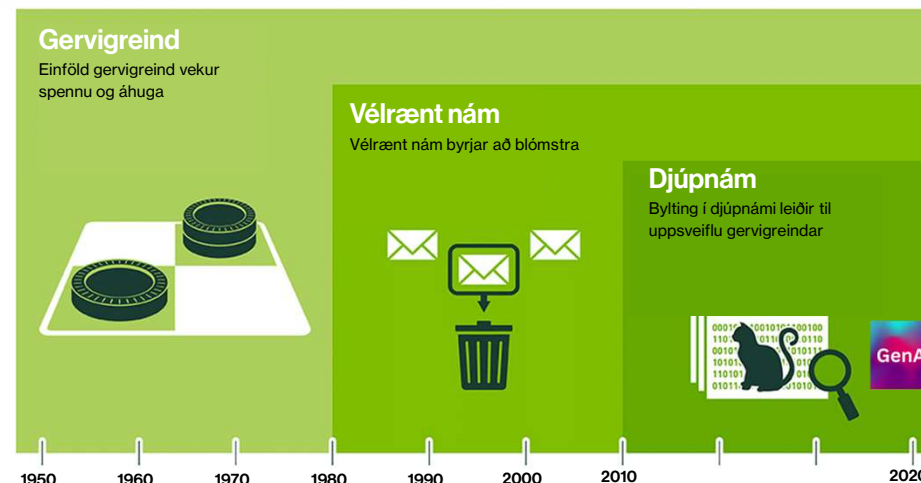
## Hvað er gervigreind?

Til þess að skilgreina gervigreind á einfaldan máta má segja að hún sé leið okkar til að fá vélar til að vinna mannanna verk. Ef mannleg greind er skilgreind sem hæfileikinn til að öðlast og nota þekkingu og hæfni þá er gervigreind sá hæfileiki tölvukerfis að öðlast og notað þekkingu og hæfni. Þetta á sérstaklega við um verkefni sem aðeins maðurinn gat sinnt áður en gervigreind kom til sögunnar.<sup>1</sup>

[Úr stefnu Íslands um gervigreind](#)

**Á síðustu þremur árum hafa fleiri gögn verið framleidd en í allri mannkynssögunni fram að þeim tíma**

## Þróun frá 1950



Frá því á sjötta áratugnum, þegar enska hugtakið „artificial intelligence“ kom fyrst fram, hafa undirgreinar eins og vélrænt nám og síðar djúpnám komið fram. Nú er röðin komin að spunagreind og stórum mállíkönum til að leiða næstu byltingu.<sup>2</sup>

## Þróun síðustu ára

Á undanförunum árum hefur þróun gervigreindar tekið stórstíguum framförum, sérstaklega með tilkomu stórra mállíkana. Sprenging hefur orðið í magni endurnýtanlegra gagna á Internetinu sem er forsenda þess að hægt sé að þjálfa flókin líkön. Þetta mikla gagnamagn hefur lagt grunninn að þróun verkfæra eins og ChatGPT, sem getur skilið og búið til texta, kóða, myndir, hljóð og myndbönd. Það gerir fólki kleift að eiga samskipti við tölvur á mannamáli og skapar áður óþekkt tækifæri til nýsköpunar og framþróunar á fjölmörgum sviðum.

## Þróun í mállíkönum

Í nóvember 2022 markaði útgáfa ChatGPT tímamót í tækniheiminum. Tilkoma ChatGPT lækkaði verulega þröskuldinn fyrir nýtingu á gervigreindarlausnum. Fyrirtæki af öllum stærðum og gerðum fóru að kanna möguleika á nýtingu gervigreindar í starfsemi sinni. Hvort sem þetta er talin bóla eða bylting er óumdeilt að gervigreind er orðin miðpunktur tækninýsköpunar.

Hörð samkeppni á sviði gervigreindar hefur leitt til stórkostlegra framfara á síðustu tveimur árum. Miklum fjármunum hefur verið varið í þróun gervigreindar og uppbyggingu innviða, sem hefur hraðað þróun hennar.

Stór mállíkön hafa tekið verulegum framförum á skömmum tíma og búa nú yfir aukinni getu til að framleiða skapandi texta og svara flóknum fyrirspurnum. Þau eru engu að síður ekki óskeikul og eiga það til að búa til rangar upplýsingar eða endurspeglar innbyggða fordóma.

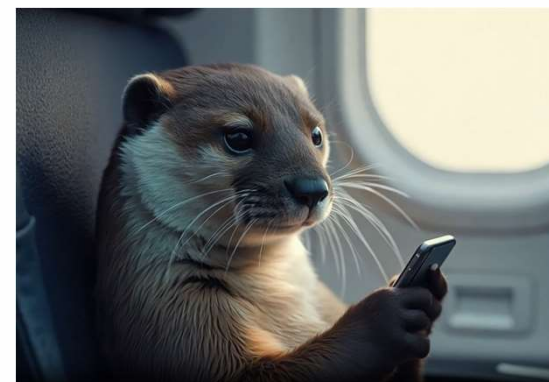
Nýlega kynnti OpenAI til sögunnar O1, nýtt gervigreindarlíkan sem leggur aukna áherslu á ígrundun áður en það bregst við. Líkanið hefur bætt rökfærslugetu og getur leyst flóknari verkefni, sérstaklega á sviðum vísinda, forritunar og stærðfræði (*sjá mynd á næstu síðu*).

Færni mállíkana eins og ChatGPT og Claude í íslensku hefur tekið stórstígum framförum, en það er ein helsta forsenda fyrir nýtingu þeirra á Íslandi (*sjá mynd á næstu síðu*).

Gervigreindarforrit sem búa til myndir, eins og Midjourney og Flux, hafa þróast frá því að eiga erfitt með einfaldar teikningar yfir í að geta búið til 60 sekúndna myndbönd út frá einföldum fyrirspurnum.

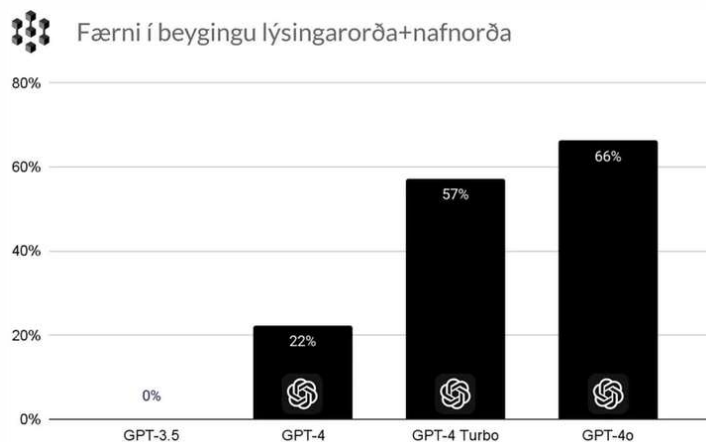


Myndir búnar til í Midjourney haustið 2022 með því að setja inn fyrirspurnina, „gerðu mynd af otur í símanum í flugvél.“<sup>3</sup>



Mynd búið til af Flux sumarið 2024, með því að nota sömu fyrirspurn og hérna að ofan.<sup>3</sup>

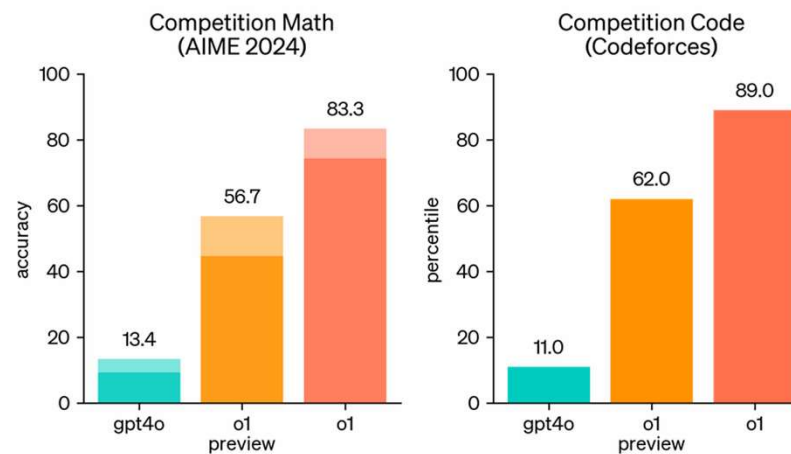
## Færni mállíkana í íslensku



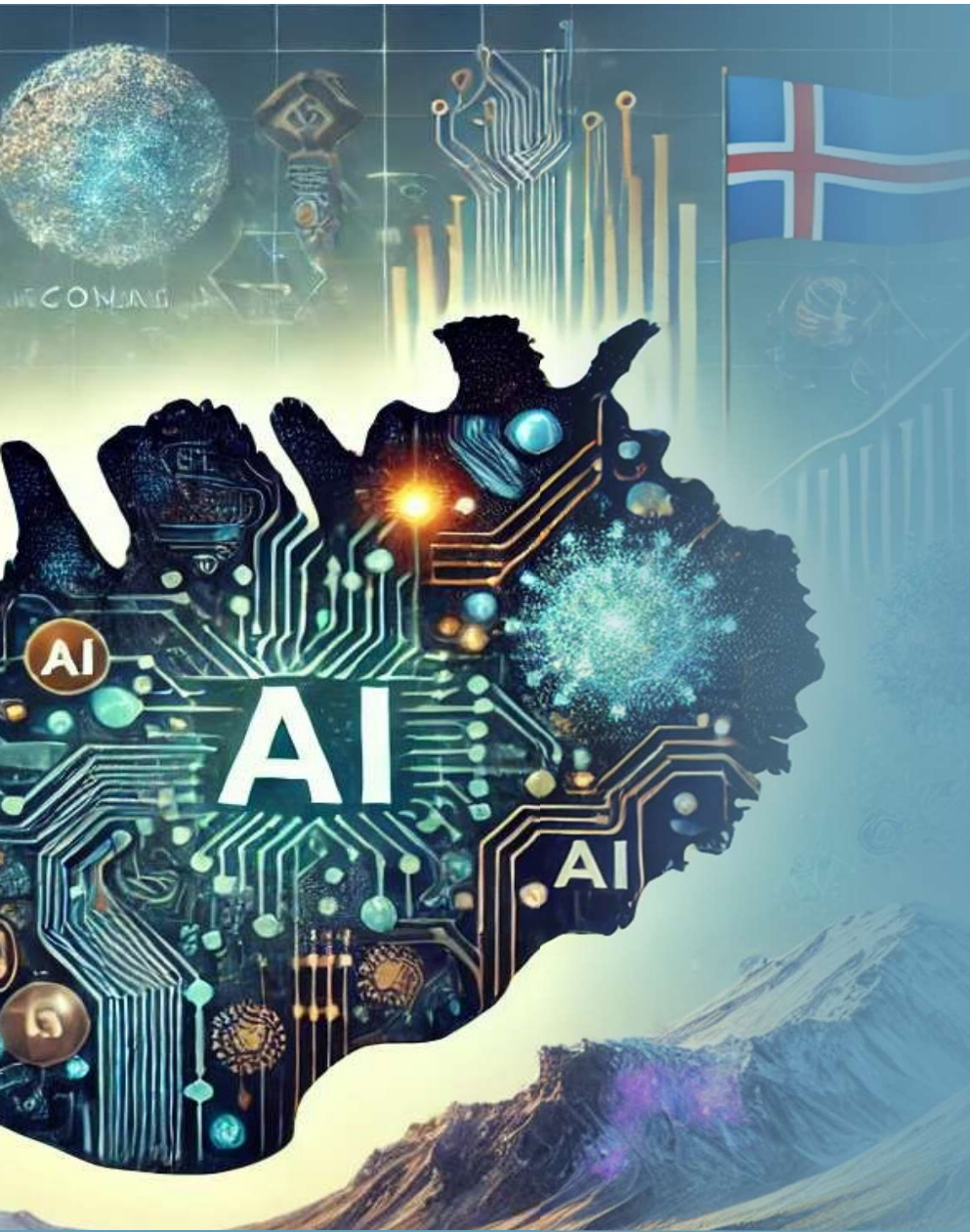
Mæling á færni mállíkana: Eins og sjá má hefur færni GPT í beygingu íslenskra lýsingarorða og nafnorða aukist mjög síðan að hið upprunalega GPT 3,5 kom út í nóvember 2022.

*Skjaskot / Miðeind*

## Færni í stærðfræði og forritun



Súluritið sýnir þróun OpenAI mállíkana á tveimur sviðum: stærðfræði og forritun. Nýjasta útgáfa þeirra, o1, væri meðal 500 efstu nemenda í Bandaríkjunum í forkeppni fyrir Ólympíuleikana í stærðfræði (e. USA Math Olympiad (AIME)).<sup>4</sup>

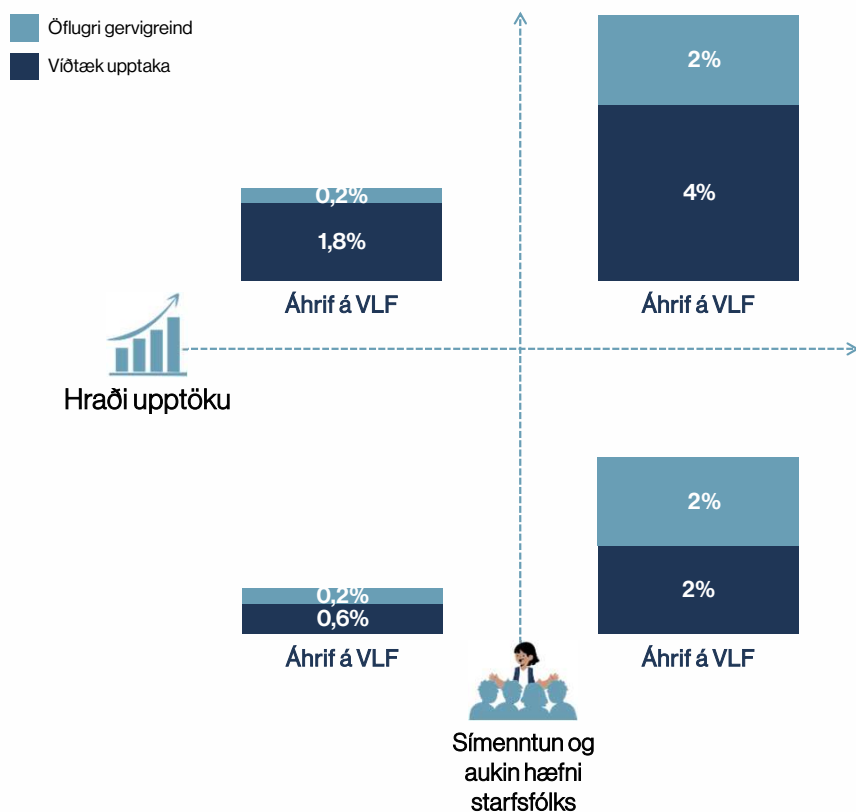


# Efnahagsleg tækifæri

## Notkun gervigreindar getur skapað efnahagsleg tækifæri

### Möguleg áhrif gervigreindar á verga landsframleiðslu á Íslandi

% árleg viðbót við grunnildi landsframleiðslu 2025 - 2029



### Notkun gervigreindar getur haft mikil áhrif á efnahag landsins

- Til að meta efnahagsleg tækifæri gervigreindar voru störf flokkuð út frá áætluðum áhrifum gervigreindar á framleiðni þeirra starfa, auk hraða upptöku gervigreindar í samfélaginu. Á grunni þeirrar spár var hægt að segja til um hversu mikla aukningu á framleiðni mætti búast við að sjá eftir mismunandi atvinnugreinum og þá samanlagt fyrir íslenska hagkerfið í heild sinni.
- Ef miðað er við lægri mörkin, eða 0,8% aukningu á vergri landsframleiðslu ári, er áætlað að landsframleiðsla gæti samanlagt aukist um 174 milljarða króna næstu fimm árin, 2025 – 2029, vegna notkunar gervigreindar.
- Ef horft er til efri markanna, þar sem verg landsframleiðsla myndi aukast um allt að 6% árlega til 2029, gæti heildaraukningin numið allt að 1.450 milljörðum króna á næstu fimm árum. Það jafngildir um 34% aukningu miðað við núverandi stöðu.
  - Ein forsenda þess að ná 6% árlegum vexti er frekari þróun gervigreindarlausna.



## Gervigreind til að efla velferð og sjálfbærni

Nýta má gervigreind til að efla samfélagslega velferð, sjálfbærni og stuðla að þróun vistvænna lausna

### Nýting gervigreindar á Ísland getur haft ýmis jákvæð áhrif á samfélag og atvinnulíf

- **Bætt opinber þjónusta:** Gervigreind getur bætt opinbera þjónustu, t.d. í heilbrigðis- og menntakerfi. Með gervigreind er hægt að veita einstaklingsmiðaða þjónustu, bæta samskipti við almenning og auka skilvirkni stjórnsýslunnar.
- **Nýsköpun:** Með því að innleiða gervigreind í ýmsar greinar, svo sem líftækni, hugbúnaðargerð og skapandi greinar, verður hægt að hraða þróun nýrra lausna og auka alþjóðlega samkeppnishæfni.
- **Menntun:** Gervigreind getur þróað sérsniðnar námsleiðir og verkfæri sem stuðla að framþróun menntakerfisins. Gervigreind getur aðstoðað við einstaklingsmiðað nám, aukið aðgengi og veitt dýpri innsýn í þarfir nemenda, sem leiðir til betri námsárangurs. Auk þess getur tæknin auðveldað kennurum að skipuleggja námsefni og einbeita sér enn frekar að kennslunni sjálfri og stuðningi við nemendur.
- **Sjálfbærni og umhverfisvernd:** Með notkun gervigreindar er hægt að nýta gögn og greiningar til að bæta ákvarðanatöku og auðlindastýringu. Þetta getur stuðlað að lækkingu kolefnisspors, betri orkunýtingu og aukinni sjálfbærni í landbúnaði, iðnaði og öðrum atvinnugreinum.
- **Bætt heilbrigðisþjónusta:** Gervigreind getur haft afgerandi áhrif á heilbrigðiskerfið með því að bæta greiningar, spá fyrir um þróun sjúkdóma og sérsníða meðferðir. Þetta leiðir til skilvirkari og markvissari þjónustu sem getur bætt heilsu landsmanna og forvarnir gegn sjúkdómum, aukið aðgengi að heilbrigðisþjónustu og dregið úr kostnaði.

## Bætt þjónusta hjá hinu opinbera með gervigreind

Meðal helstu tækifæra fyrir starfsemi hins opinbera eru:



**Betri málsmeðferð og eftirlit:** Aukið eftirlit með reglufylgni, svo sem með frávikagreiningum og mati á því hvort skilyrði fyrir fjárhagslegum stuðningi séu uppfyllt.



**Upplýst og bætt ákvarðanatöku:** Hægt er að nýta mun stærri gagnasett en áður til þess að gera greiningar og taka betri ákvarðanir sem eru jafnvel sérsniðnar að ákveðnum forgangsmálum.



**Skilvirkni og lækkun kostnaðar:** Aukin skilvirkni í starfsemi, m.a. með því að nýta gervigreind í einföld en tímafrek verkefni sem krefjast endurtekinna aðgerða en ekki mikillar sérfræðiþekkingar.



**Bætt þjónusta við almenning:** Notkunin getur bætt þjónustu við almenning, til dæmis með auknu aðgengi að þjónustu, styttri afgreiðslutíma við fyrirspurnum og auknum möguleika á svörum á mismunandi tungumálum. Jafnframt má auka samræmi í ákvarðanatöku með því að lágmarka huglægt mat.

**Fjöldi starfsfólks hjá hinu opinbera**  
~ 65.000

**30%**

Samkvæmt gögnum frá OECD ver meðalstarfsmaður hins opinbera allt að 30% vinnutímans í verkefni sem mætti sjálfvirknivæða.<sup>5</sup>



# Áhrif á vinnumarkað

## Gervigreind hefur áhrif á flest störf á Íslandi

Hlutfall starfa sem verða fyrir áhrifum af gervigreind

230.000 starfandi á Íslandi (ágúst 2024)



55,25%

### ~ 127.000 finna fyrir miklum áhrifum gervigreindar í störfum sínum.

Um 55% starfsfólks á Íslandi mun líklega fá verulega aðstoð frá gervigreind við dagleg verkefni sín. Þetta á sérstaklega við um starfsfólk sem vinnur við myndvinnslu og textavinnslu, skipulag og ákvarðanatöku byggða á flóknum gögnum. Gervigreind mun geta aðstoðað skrifstofufólk og sérfræðinga við að leysa úr flóknum verkefnum og vinna störf sín á skilvirkari hátt. Líklegt er að vinnuaðferðir og verklag þessa fólks muni taka verulegum breytingum með aukinni notkun gervigreindar.



21,41%

### ~ 50.000 verða fyrir einhverjum áhrifum af gervigreind

Flest starfsfólk í þessum störfum getur fengið stuðning frá gervigreind í verkefnum sínum án þess að tæknin komi í þeirra stað. Fólk í þessum störfum mun gjarnan vinna með gervigreind til að einfalda vinnuferla sína eða auka framleiðni, en ólíklegt er að þurfi að takast á við stórstígar breytingar á starfi sínu eða sjá það verða að fullu sjálfvirknivætt í framtíðinni. Þetta á til dæmis við um fólk sem vinnur við umönnun, sölu og í verslunum.



23,34%

### ~ 54.000 verða fyrir litlum sem engum áhrifum af gervigreind

Áætlað er að gervigreind muni hafa lítil áhrif á um 54.000 starfsmenn á Íslandi. Þetta er fólk sem vinnur meðal annars líkamlega vinnu eða störf sem krefjast mannglegra samskipta. Dæmi um slík störf eru sjósókn, ræsting, þjónusta í matvælaíðnaði og ýmis störf í byggingariðnaði.

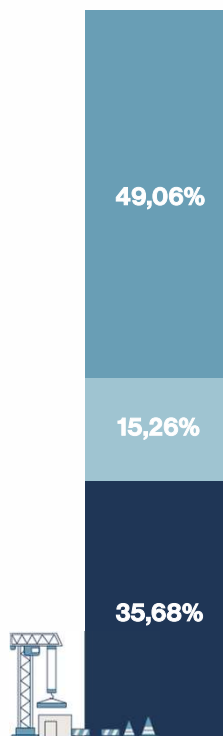
## Áhrif gervigreindar á störf kynjanna

Áætlað er að hærra hlutfall kvenna verði fyrir áhrifum af gervigreind



### Hlutfall starfandi karla sem verða fyrir áhrifum af gervigreind:

Fjöldi karla á vinnumarkaði:  
u.þ.b. 123.000 (ágúst 2024)



Líkleg til að verða fyrir miklum áhrifum af gervigreind

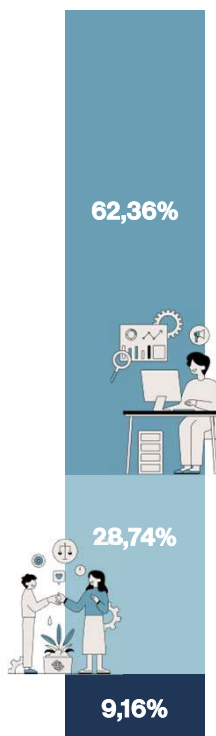
Líkleg til að verða fyrir einhverjum áhrifum af gervigreind

Ólíkleg til að verða fyrir miklum áhrifum af gervigreind



### Hlutfall starfandi kvenna sem verða fyrir áhrifum af gervigreind:

Fjöldi kvenna á vinnumarkaði:  
u.þ.b. 107.000 (ágúst 2024)



- Íslenskur vinnumarkaður er kynskiptur, sem þýðir að konur og karlar starfa að hluta til í ólíkum störfum eða atvinnugreinum.
- Skipting vinnumarkaðar í „karllæg“ og „kvenlæg“ störf felur í sér að notkun gervigreindar getur haft ólík áhrif á kynin.
- Talið er að hér á landi sinni hlutfallslega fleiri konur en karlar störfum þar sem gervigreind mun hafa áhrif.
- Ýmsar kannanir benda til þess að konur séu ólíklegri til að nota gervigreind en karlar.<sup>6, 7, 8</sup>
- Símenntun og átak til aukinnar færni á sviði gervigreindar þarf að taka mið af tækninotkun og aðstöðu mismunandi hópa í samfélaginu.

## Efling starfsfólks eða sjálfvirknivæðing

Helstu efnahagslegu tækifærin á Íslandi felast í eflingu starfsfólks

Í umræðu um gervigreind hefur mikið verið notast við tvö hugtök; annars vegar eflingu starfsfólks og stuðning við mannlega getu (*e. augmentation*) og hins vegar sjálfvirknivæðingu (*e. automation*).

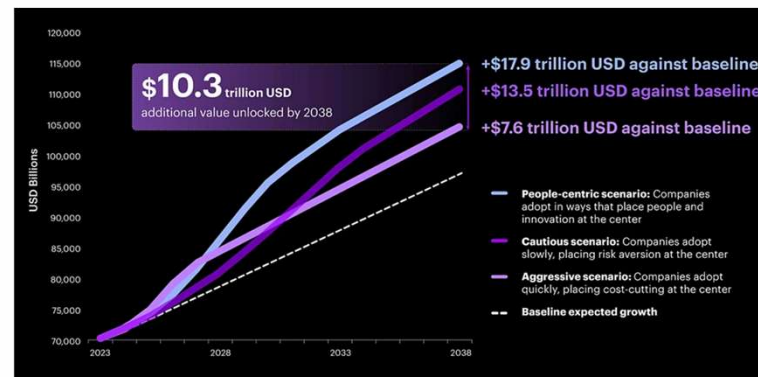
Samkvæmt nýrri skýrslu frá alþjóðlega ráðgjafafyrirtækinu Accenture ná fyrirtæki sem leggja áherslu á fólk og eflingu mannglegrar hæfni umtalsvert betri árangri til lengri tíma lítið (sjá mynd til hægri).

Nýlegar fréttir frá fyrirtækjum eins og Amazon<sup>16</sup> og Klarna<sup>17</sup> sýna skýran mun á þessu tvennu. Amazon nýtir tækni til að auka mannlega getu og nær þannig fram mikilli aukningu í framleiðni. Á hinn bóginn hefur fyrirtækið Klarna að mestu leyti nýtt gervigreind til að fækka starfsfólki.

Mikilvægt er að Ísland beini áherslunni að eflingu starfsfólks og aukinni færni með aðstoð gervigreindar frekar en eingöngu sjálfvirknivæðingu ferla. Þetta þýðir að tæknin er notuð til að auka gæði og þjónustu, efla nýsköpun og bæta framleiðni, í stað þess að fækka störfum.

Skapa ætti umhverfi þar sem fyrirtæki eru hvött til að nýta gervigreind til að bæta hæfni starfsmanna og leggja áherslu á að auka virði þeirra á vinnu-markaði. Með réttum hvötum geta stjórnvöld stuðlað að framtíð þar sem gervigreind stuðlar að fjölgun starfa og bætir almenn lífsgæði í samfélaginu.

Fyrirtæki geta aukið efnahagslegt virði um 10,3 billjónir bandaríkjadala með því að innleiða ábyrgar og manneskjumiðaðar aðferðir við upptöku gervigreindar



Myndin sýnir hvernig fyrirtæki geta aukið verga landsframleiðslu til ársins 2038 út frá þremur miðsmunandi sviðsmýndum. Mesta aukningin fæst með því að tileinka sér ábyrga, manniðaða nálgun (*e. people-centric*) á notkun gervigreindar. Accenture Research. Spá fyrir þrjár mismunandi sviðsmýndir. Hagvaxtarspá frá Oxford Economics fyrir 22 stærstu hagkerfi heimsins.<sup>9</sup>

VLF gæti aukist um



**500 milljarða á ári**

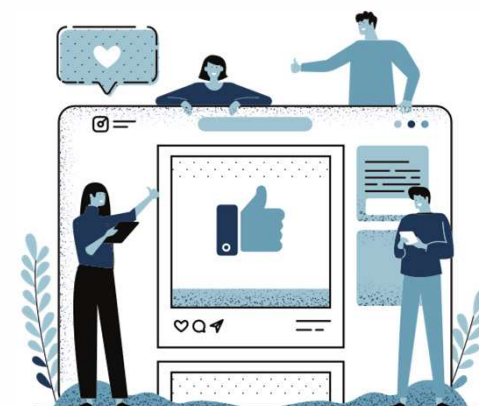
ef Ísland nýtir gervigreind til eflingar starfsfólks,  
eða um 12,5% af núverandi landsframleiðslu, árið  
2038.\*

\*Talan er heimfærð yfir á Ísland með því að reikna hlutfall landsframleiðslu Íslands af samanlagðri landsframleiðslu þessara 22 ríkja. Avinningurinn er síðan margfaldaður með þessu hlutfalli til að fá mat á væntanlegum áhrifum fyrir Ísland.

## Starfsfólk þarf fjölbreytta færni til að nýta ávinning gervigreindar

Færniþörf á tímum gervigreindar (þ.m.t. spuna og hefðbundinnar) samkvæmt OECD

Færni...	Tegund færni	Dæmi
... fyrir þróun og til að viðhalda gervigreindarkerfum 	Sérhæfð gervigreindarfærni	Vélnámshæfileikar og þekking
	Færni í gagnavísindum	Gagnaúrvinnsla, þekking á skýjalausnum og forritun
	Önnur vitræn færni (e. cognitive skills)	Skapandi lausn vandamála
	Þvertæk færni (e. transversal skills)	Félagsfærni og stjórnunarhæfileikar
... til að tileinka sér, nota og eiga samskipti við gervigreindarforrit 	Grunnþekking á gervigreind	Grundvallarþekking á vélnámi
	Stafræn færni	Geta til að nota tölvu og snjallsíma
	Önnur vitræn færni (e. cognitive skills)	Greiningarfærni, gagnrýnin hugsun og lausn vandamála
	Þvertæk færni (e. transversal skills)	Sköpunargáfa, samskipti og teymisvinna





# Samfélagslegar áskoranir



## Gervigreind og loftslagið

Gervigreind getur gegnt lykilhlutverki í að tryggja kolefnishlutleysi Íslands

### Heildarlosun Íslands 2022



Heildarlosun  
12,4 milljón  
tonn af CO<sub>2</sub>-  
ígildum árið  
2022<sup>10</sup>

### Tækifærin í notkun gervigreindar til að stuðla að markmiðum Íslands um kolefnishlutleysi

#### Landnotkun (62,4%)

- Gervigreind getur aukið árangur skógræktarverkefna á Íslandi með því að greina loftslags- og jarðvegsskilyrði og finna bestu svæðin fyrir kolefnisbindandi trjáplöntur.
- Gervigreindarlíkön geta fylgst með bráðnun jökla á Íslandi, sem getur hjálpað við mótun loftslagsstefnu og aðgerða þar að lútandi.
- Gervigreind getur hjálpað til við endurheimt og stjórnun votlendis með rauntímavöktun og spálíkönun.



#### Iðnaður og orkunotkun (16,2%)

- Gervigreind getur hámarkað nýtingu jarðvarma með því að spá fyrir um orkuþörf og stilla framleiðslu í rauntíma í samræmi við eftirspurn.
- Gervigreind getur bætt álframleiðslu með því að hagræða bræðsluferlum, bæta orkunýtingu og lækka kolefnisspor.
- Gervigreindarlíkön geta stutt við þróun tækni til kolefnisföngunar með gagnagreiningu um losun í rauntíma á iðnaðarsvæðum.



#### Orka (14,6%)

- Gervigreind getur stjórnað flæði endurnýjanlegrar orku á Íslandi með því að hámarka dreifingu á milli jarðvarma-, vatnsafls- og vindorkulinda.
- Gervigreind getur spáð fyrir um þörf fyrir orkugeymslur, sem bættir þol Íslands gagnvart sveiflum í nýtingu endurnýjanlegrar orku.
- Gervigreind getur spáð fyrir um viðhaldsþörf fyrir jarðvarma- og vatnsaflsvirkjanir, sem minnkar stöðvunartíma og bættir skilvirkni.



#### Landbúnaður (4,8%)

- Gervigreind getur bætt búfjárstjórnun með því að fylgjast með heilsu og mataræði dýra.
- Gervigreind getur minnkað orku- og vatnsnotkun jarðvarma-knúinna gróðurhúsa með því að sjálfvirknivæða stjórnun á hita, raka og lýsingu.
- Gervigreind getur fylgst með fráveitukerfum til verndar vatnsauðlindum Íslands, sérstaklega á viðkvæmum svæðum.



#### Úrgangur (1,9%)

- Gervigreind getur hámarkað úrgangssöfnunarleiðir og áætlanir á höfuðborgarsvæðinu, sem dregur úr eldsneytisnotkun og losun.
- Gervigreind getur bætt endurvinnsluferli á landsvísi með því að hámarka flokkun og draga úr mengun, sem eykur skilvirkni í endurvinnslu á Íslandi.
- Gervigreind getur hjálpað íslenskri ferðaþjónustu að draga úr matarsónun með því að spá fyrir um fæðisþörf út frá óskum og fjölda íbúa og gesta.

## Gervigreind og heilbrigðiskerfið

Gervigreind getur verið lykilkáttur í heilbrigðisþjónustu framtíðarinnar

Gervigreindartækni býður upp á tækifæri í heilbrigðisþjónustu með því að bæta greiningar, sérsníða meðferðir og auka skilvirkni. Gervigreindarkerfi geta greint gífurlegt magn af heilbrigðisgögnum til að finna mynstur, sem gerir kleift að greina sjúkdóma á fyrri stigum en hefðbundnar aðferðir, auk þess sem greining getur orðið hraðari og nákvæmari. Nýleg skýrsla Evrópu-sambandsins bendir á að árið 2023 hafi vantað um eina milljón heilbrigðisstarfsfólks í aðildarríkjunum og að sjálfvirknivæðing hefði getað komið til móts við um 40% af þeirri vöntun.<sup>11</sup>

### Í skýrslu sem McKinsey gerði fyrir heilbrigðisráðuneytið 2021 segir:

„Ef ekki er gripið til stórtækra aðgerða af hálfu Landspítala og heilbrigðis-kerfisins í víðara samhengi er því spáð að vinnuafspörf muni aukast um u.þ.b. 36% og kostnaður um u.þ.b. 90%. Gert er ráð fyrir því að þörfin fyrir rými á Landspítala muni aukast um u.þ.b. 80% árið 2040, sem jafngildir um 50% fleiri rýmum en áætlað er að verði í boði þegar Hringbraut opnar árið 2026.“ Samkvæmt sömu greiningu gætu umbætur á sviði stafvæðingar leitt til um 9% lækkunar á heildarkostnaði og um 11% heildarfækkunar starfsmanna á Landspítala árið 2040.<sup>12</sup>

### Gervigreindarlausnir geta einnig bætt umönnun sjúklinga með því að...



Greina röntgenmyndir og önnur greiningargögn af meiri nákvæmni og hraða.



Bæta greiningu á flóknum og sjaldgæfum sjúkdómum með þjálfunargagnasettum og snjallari greiningartólum.



Spá fyrir um viðbrögð sjúklinga við meðferð með því að greina ólíkar upplýsingar.



Gera þróun markvissra meðferða mögulega.



Fylgjast með heilsufarsvandamálum og slysum í gegnum skynjaratæki.

## Innlend dæmi:



### Össur - EmpowerX

Össur hefur þróað gervigreindarlausnina EmpowerX. Lausnin aðstoðar heilbrigðisstarfsfólk við að fá stoðtæki, spelkur og stuðningsvörur við hæfi með því að sjálfvirknivæða pantanir, innkaup og birgðausmjón. Markmiðið er að bæta gæði þjónustunnar og minnka þann tíma sem starfsfólk heilbrigðisstofnana ver í umsýslu.



### Fléttan - styrkir til innleiðingar nýsköpunar í heilbrigðisþjónustu

LSH fékk styrki í haust fyrir tveimur verkefnum í samstarfi við Miðeind. Fyrri verkefnið gengur út á leit í gæðaskjöllum, klínískum leiðbeiningum og vefsvæðum LSH sem skilar skýrum svörum á stuttum tíma. Lausnin verður nýtt jafnt fyrir starfsfólk og sjúklinga. Seinna verkefnið er innleiðing lausnar sem ætlað er að skila vönduðum texta úr hljóðupptökum lækna (dikteringum). Verkefnið er unnið í samvinnu við Miðstöð um sjúkraskrárritun á LSH.

## Erlent dæmi:



AlphaFold frá Google DeepMind er byltingarkennt gervigreindarkerfi sem spáir fyrir um lögun próteina út frá amínósýruröð þeirra og leysir þar með einn stærsta vanda líffræðinnar. Prótein eru byggingarefni líkamans og lögun þeirra stýrir virkni þeirra og þar með áhættu á sjúkdómum. AlphaFold flýtir fyrir rannsóknum með nákvæmum spám um próteinbyggingar sem áður voru óþekktar og dregur úr tíma og kostnaði við að ákvarða þær. Það sem áður tók mörg ár á tilraunastofum er nú hægt að framkvæma á nokkrum dögum. Þessi bylting opnar nýjar leiðir í lyfjapróun og erfðatækni og færir vísindafólk nær því að takast á við stærstu áskoranir í heilbrigðismálum.

## Gervigreind og menntakerfið

Gervigreind býður upp á tækifæri til að gjörbylta kennslu- háttum á Íslandi og veita kennurum mikilvægan stuðning

Gervigreindartækni býður upp á tækifæri í menntakerfinu með því að bæta kennslu- hætti, sérsníða nám og auka skilvirkni. Gervigreindarkerfi geta greint mikið magn námsgagna til að finna mynstur, sem gerir kleift að sérsníða kennslu að þörfum hvers nemanda, veita persónulega leiðsögn og greina námsörðugleika fyrr en hefð- bundnar aðferðir. Með gervigreind er hægt að bjóða nemendum einstaklingsmiðað nám sem eykur námsárangur og áhuga. Auk þess getur gervigreind dregið úr álagi á kennara með því að sjá um ákveðin stjórnsýsluverkefni, eins og skipulag kennslu- áætlana og utanumhald nemenda. Þetta gerir kennurum kleift að einbeita sér að skapandi og öðrum mikilvægum þáttum starfsins.

*Menntakerfið á Íslandi stendur frammi fyrir verulegum áskorunum. Lesskilningur, sérstaklega meðal ungra drengja, hefur hrakað og PISA-einkunnir íslenskra nemenda hafa lækkað verulega síðustu ár og er árangurinn í öllum þáttum undir meðaltali OECD og Norðurlanda. Í mælingum PISA 2022 náðu 47% drengja og 32% stúlkna ekki grunnfærni í lesskilningi, sem er tvöföldun hjá drengjum frá 2009. Aðeins 2% íslenskra drengja ná afburðahæfni í lesskilningi, sem er um fjórfalt minna en hjá hinum Norðurlöndunum. Helmingur drengja útskrifast úr grunnskóla án grunnfærni í læsi og brottfall úr framhaldsskóla meðal drengja er eitt það mesta á Vesturlöndum. Þrátt fyrir þessar áskoranir er ríkjandi vilji til að leita nýrra lausna og hugmynda til að bæta menntakerfið.<sup>13</sup>*

### Gervigreindarlausnir geta umbreytt menntakerfinu með því að...



Greina og styðja við námsörðugleika sem aðstoða kennara við að aðlaga kennslu að þörfum hvers nemanda.



Aðstoða kennara við kennsluáætlanagerð, nemendaeftirlit og skipulagningu á kennslustundum.



Fylgjast með námsframmistöðu og líðan nemenda með tölfræðigreiningu og snjöllum kerfum sem styðja við vellíðan þeirra.



Stuðla að einstaklingsmiðuðu námi með því að greina námsþarfir og áhugasvið hvers nemanda og bjóða upp á sérsníðna kennsluáætlun.



Auðvelda yfirferð verkefna og veita kennurum ítarlegri og markvissari leið til að veita endurgjöf.

## Erlend dæmi:



Khanmigo er gervigreindardrifið kennslutæki þróað af Khan Academy. Það virkar sem sýndarkennari og aðstoðarkennari sem hjálpar nemendum og kennurum að bæta námsupplifunina. Khanmigo notar gervigreind til að veita persónulega kennslu, leiðbeina nemendum í gegnum flókin viðfangsefni og bjóða upp á endurgjöf á verkefnum. Fyrir kennara getur það aðstoðað við kennsluáætlunargerð, einkunnagjöf og að veitt innsýn í framvindu nemenda.



Ello er lesfélagi barnsins þíns sem hlustar, kennir og breytir því í áhugasaman lestrarhest. Fyrir börn í leikskóla og upp í þriðja bekk. Það gerir börnunum einnig kleift að taka þátt í að skapa sögur.

## Innlent dæmi:



Bara Tala er smáforrit sem nýtist öllum sem vilja læra íslensku. Forritið er staf-rænn íslenskukennari sem byggir á gervigreind og íslenskri máltækni, þar sem íslenskan er kennd í gegnum leik.

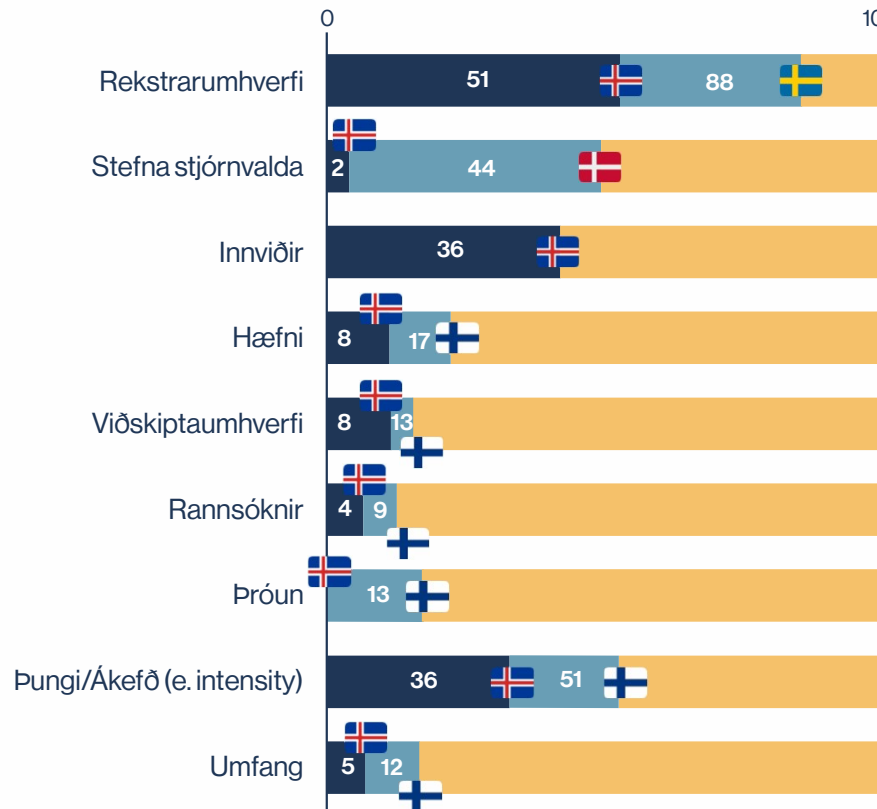


# Hvar stendur Ísland?

# Hvar stendur Ísland?

Jarðvegurinn er frjór, en nú þurfum við að hefjast handa og ná árangri!

Global AI Index frá Tortoise Media<sup>14</sup>



## Staða Íslands

Heimsmeistari Meðal Norðurlanda Á heimsvísu

Land	Meðal Norðurlanda	Á heimsvísu
Ítalía	5	54
Ísland	5	79
USA	1	9
USA	5	37
USA	5	27
USA	5	33
USA	5	53
Týskaland	5	23
USA	5	66

- Ísland
- Norðurlanda-meistari
- Heimsmeistari





Íslenskt samfélag hefur alla burði til að takast á við áskoranir gervigreindar og nýta tækifæri hennar. Almennungur og fyrirtæki eru bæði tæknivædd og tölvulæs. Hið opinbera hefur yfir að ráða styrkum tækniinnviðum og gagnasöfnum sem ná marga áratugi aftur í tímann. Almennt hafa stofnanir byggt upp starfsemi sína með upplýsingatækni og viðmót og geta til innleiðingar nýrrar tækni er góð. Þá er löng og mikil hefð fyrir þríhliða samstarfi aðila vinnu- markaðarins og hins opinbera sem auðveldar samstarf og þá nauðsynlegu endurskipulagningu á vinnumarkaði sem fjórða iðnbyltingin leiðir af sér.”

- úr stefnu Íslands um gervigreind frá 2021

[Global AI Index frá Tortoise Media](#) veitir innsýn í framkvæmdahlíð gervigreindarmála, sem samræmist vel aðgerðaáætlun Íslands. Ólíkt vísitölum eins og IMF AI Preparedness Index (Ísland 21. sæti) og Oxford Insights Government AI Readiness Index (Ísland 21. sæti), sem leggja meiri áherslu á undirbúning, leggur Tortoise Media (Ísland 40. sæti) áherslu á hvað þjóðir eru raunverulega að framkvæma á þremur lykilsviðum:

**fjárfestingu, nýsköpun, og innleiðingu.**

### Innleiðing

Ísland er með sterka innviði, er í efsta sæti Norðurlanda og er í 9. sæti á heimsvísu. Hins vegar er hæfni á sviði gervigreindar ábótavant, þar sem Ísland er í 5. sæti á Norðurlöndum og 37. sæti á heimsvísu. Rekstrarumhverfi landsins er einnig veikara, í 5. sæti á Norðurlöndum og 54. sæti á heimsvísu.

### Rannsóknir og þróun

Ísland er eftirbátur nágrannapjóða á sviði rannsókna og þróunar í gervigreind. Landið er í 5. sæti á Norðurlöndum og 33. sæti á heimsvísu fyrir rannsóknir, en staðan er enn verri í þróun, þar sem Ísland er í 53. sæti á heimsvísu.

### Fjárfesting

Ísland stendur sig illa þegar kemur að stefnu stjórnvalda og viðskiptaumhverfi. Landið er í 79. sæti á heimsvísu varðandi stjórnarstefnu og er verulega á eftir heimsleiðtogum eins og Sádi-Arabíu. Viðskiptaumhverfið er aðeins betra, þar sem Ísland er í 27. sæti á heimsvísu, en samt langt á eftir Finnlandi og Bandaríkjunum.

**Til að ná metnaðarfullum markmiðum sínum þarf Ísland að bæta árangur í innleiðingu og hlutfallslegri getu, með áherslu á að verða leiðandi í að beita traustri gervigreind til að efla samkeppnishæfni, knýja fram vísindalegar og umhverfisvænar nýjungar og styrkja netöryggi og opinbera þjónustu.**



## Hvað hefur Ísland nú þegar gert?

Við erum tilbúin að nýta dauðafærið!

Ísland hefur lagt góðan grunn að innleiðingu gervigreindar og er nú tilbúið að taka næstu skref. Með þátttöku í alþjóðlegum verkefnum og stuðningi við nýsköpun hefur landið staðsett sig vel til að nýta tækifærin sem gervigreind býður upp á, en nú þarf að auka sýnileikann og innleiðinguna á fleiri sviðum.

Ísland setti fram stefnu um gervigreind árið 2021 og hefur veitt stuðning í gegnum ýmsa sjóði; eins og Tækniþróunarsjóð og Fléttuna, sem og með þátttöku í alþjóðlegum áætlunum eins og Digital Europe og Horizon Europe.

- **Heilbrigðisþjónusta:** Gervigreind er notuð til að bæta meðferð og hámarka nýtingu fjármuna með greiningartólum og sjálfvirkni.
- **Máltækni:** Ísland hefur unnið markvisst að því að tryggja að íslenskan sé aðgengileg í gervigreindartólum, eins og ChatGPT. Þökk sé samstarfi Miðeindar, íslenska ríkisins og OpenAI var íslenska fyrsta tungumálið í boði í ChatGPT á eftir ensku.
- **Opinber þjónusta:** Sjálfvirknivæðing er í auknum mæli notuð til að bæta ferla, eins og úrvinnslu skattaframtala og samskipti við borgara, með gervigreindardrífnum tólum.



Mörg íslensk fyrirtæki eru þegar byrjuð að nýta sér gervigreind til að auka skilvirkni, bæta þjónustu og auka samkeppnishæfni sína. Helstu atvinnugreinar sem eru að innleiða gervigreind eru:

- **Orkuiðnaðurinn:** Notkun gervigreindar til að stýra orkunotkun og styðja við sjálfbærnimarkmið Íslands.
- **Fjármálaþjónusta:** Gervigreind er notuð í svikagreiningar, sérsniðna ráðgjöf og til að bæta þjónustu og sjálfvirknivæða fjármálaferla.
- **Ferðaþjónusta og smásala:** Fyrirtæki nota gervigreind til að bæta upplifun viðskiptavina með sérsniðinni markaðssetningu, spá fyrir um ferðamynstur og fyrir dýnamíska verðlagningu.

Fræðasamfélagið gegnir mikilvægu hlutverki í þróun og menntun á sviði gervigreindar. Rannsóknir og samvinna við alþjóðlega aðila hafa hjálpað til við að byggja upp þekkingu á Íslandi.

Helstu verkefni:

- **Rannsóknir á gervigreind:** Innlendir háskólar leiða rannsóknir í máltækni, heilbrigðisþjónustu og siðferði gervigreindar og eiga í samvinnu við alþjóðlega háskóla og stofnanir.
- **Menntun á sviði gervigreindar:** Aukið námsframboð á sviði gervigreindar stuðlar að því að íslenskir nemendur og vinnumarkaður séu vel undirbúin fyrir tækifærin á þessu sviði.
- **Samstarfsverkefni:** Samvinna á milli háskóla, einkageirans og hins opinbera er lykilatriði í að drífa áfram nýsköpun á sviði gervigreindar, með sérstaka áherslu á sjálfbærni og siðferði.



”

Það er fullt tilefni fyrir smáþjóð eins og Ísland að leggja mikla áherslu á þróun og innleiðingu gervigreindar á eigin forsendum. Ólíkt stórnjóðum sem sett geta gríðarlegt fjármagn og mannafla í mörg verk þá er tækifæri okkar fólgið í því að nota gervigreind til að leysa flókin vandamál sem fámenn þjóð gæti annars ekki leyst. Sem dæmi má nefna lausnir á sviði orkumála, í heilbrigðiskerfinu, matvælarækt í hreinni náttúru á norðurslóðum og loftslagsmál. Með gervigreind getum við lagt meira af mörkum en stærð okkar segir til um.”<sup>14</sup>

- úr stefnu Íslands um gervigreind frá 2021



# Hvernig nýtum við tækifærið?



## Hvernig nýtum við tækifærið?

Hugvitið verður stærsta útflutningsgrein landsins með aðstoð gervigreindar

---

Ávinningur af tæknibyltingum kemur ekki sjálfkrafa. Líkt og með fyrri tækni-byltingar tekur það tíma að innleiða tæknina, að læra á tæknina og fyrir fólk að treysta tækninni. Eftirlitsaðilar um allan heim hafa það markmið að tryggja öryggi tækninnar og stefnir ESB á að leiða þessa þróun með gervigreindarlöggjöf sinni. Nauðsynlegt er að eftirlitsaðilar tryggi samrænmda nálgun til að byggja traust og draga úr óvissu og misræmi. Ósamræmi í framkvæmd eftirlits getur haft neikvæð áhrif á innleiðingu gervigreindar og tafið fyrir upptöku tækninnar.

Setja þarf skýrar reglur varðandi þróun og notkun gervigreindar. Þetta er sérstaklega mikilvægt til að tryggja gagnsæi, s.s. hvernig gervigreind kemst að niðurstöðum og hvaða gögn eru notuð til að þjálfa gervigreindina. Slíkt er nauðsynlegt til að koma í veg fyrir hlutdrægni, til að tryggja sanngirni og til að koma í veg fyrir vandamál tengd hugverkarétti og friðhelgi einkalífs.







## Til að komast yfir þessar áskoranir leggur þessi skýrsla fram eftirfarandi áhersluatriði:

Byggja upp hæfni	Stuðla að útbreiddri upptöku og almennu aðgengi	Stuðla að nýsköpun og fjárfesta í rannsóknum og þróun á gervigreind	Stuðla að samræmdu regluverki sem styður við gervigreind	Fjárfesta í gervigreindarinnviðum og reiknigetu
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Byggja upp hæfni hjá starfsfólki til að nýta gervigreind með því að fjárfesta í mannaúdi, menntun og þjálfun. Lita þarf á gervigreind sem kjarnabátt í menntakerfinu.</li> <li>• Leggja áherslu á þjálfun á sviðum þar sem gervigreind eykur og bætir getu starfsfólks, þannig að fólk sé tilbúið að nýta tæknina. Markmiðið ætti að vera að auka framleiðni starfsfólks frekar en að tæknin komi í staðinn fyrir það.</li> <li>• Þar sem líkur eru á að verkefni starfsfólks verði leyst alfarið eða að mestu leyti með gervigreind ætti að leggja áherslu á að þjálfna fólk í ný störf.</li> <li>• Setja fram skýra framtíðarsýn fyrir Ísland um hvaða markmiðum skuli ná fram með gervigreind og nýta þá sýn sem hvata til að laða að erlenda sérfræðinga á sviði gervigreindar, sem geta stuðlað að nýsköpun og aukinni hæfni innanlands.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stuðla að útbreiddri upptöku og almennu aðgengi að gervigreindarlausnum með því að aðstoða stjórnvöld, lítil fyrirtæki og öll svið atvinnulífsins til að nýta gervigreind.</li> <li>• Að stjórnvöld gangi fram með góðu fordæmi við innleiðingu á gervigreindarlausnum. Það krefst þess m.a. að yfirstíga hindranir í innkaupaferlum sem oft koma upp þegar opinberar stofnanir leitast við að taka upp nýja tækni.</li> <li>• Veita smáfyrirtækjum „gervigreindarstökk“ með tæknilegri aðstoð, þjálfun og leiðbeiningum til að hjálpa þeim að skilja og nýta gervigreind í sínum rekstri.</li> <li>• Tryggja jafnt aðgengi að gervigreindarlausnum fyrir alla hópa samfélagsins með sértækum stuðningi og fræðslu til að koma í veg fyrir stafrænan ójöfnuð og tryggja jafna þátttöku í stafrænni umbreytingu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fjárfesta í langtímarannsóknum á gervigreind og hvetja til einka-fjárfestinga í grunn- og hagnýtum rannsóknum á landsvisu og í alþjóðlegu samstarfi.</li> <li>• Stuðla að nýsköpunarverkefnum með einföldum styrkjakerfum og endurgreiðslum fyrir rannsóknir og þróun.</li> <li>• Ísland ætti að velja sér skýr forgangsverkefni og nýta takmarkað fjármagn sitt á afmörkuðum, áhrifamiklum sviðum.</li> <li>• Gera frumkvöðlum og vísindafólki kleift að nota gervigreindarlausnir til að styðja við aðrar uppgötvanir og nýsköpun.</li> <li>• Tryggja aðgang að opnum og ábyrgum vísindum, auka gagnsæi, aðgengi og ábyrgð í vísindarannsóknum og stuðla að því að gögn og birtar vísindagreinar nýtist samfélaginu á sem bestan hátt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryggja að innlend framkvæmd taki mið af alþjóðlegri framkvæmd til að draga úr mismun milli Íslands og nágrannaríkja.</li> <li>• Tryggja að höfundaréttarlög styðji við nýsköpun og sköpun, samhliða því að varðveita hvata til að búa til nýtt efni.</li> <li>• Notast við áhættumiðaða nálgun á regluverk gervigreindar til að skýra fyrir þróunaraðilum, notendum og öðrum hvaða notkun sé ekki leyfileg.</li> <li>• Tryggja ábyrga notkun gervigreindar með tilliti til sjónarmiða um persónuvernd og öryggi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tryggja rétta hvata og að regluverk gervigreindar stuðli að fjárfestingu í gervigreindarinnviðum, s.s. ofurtölvum sem nauðsynlegar eru til að keyra öflug gervigreindarlíkön.</li> <li>• Stuðla að áreiðanlegu flæði gagna yfir landamæri og tryggja samhæfingu reglna.</li> <li>• Styðja við uppbyggingu og tryggja aðgang að alþjóðlegum gervigreindarinnviðum og neðansjávarstrengjum.</li> <li>• Tryggja að þróun og notkun gervigreindarinnviða taki mið af umhverfisáhrifum. Styðja við orkusparandi lausnir og nýsköpun í sjálfbærum tækniinnviðum. Þetta felur í sér að nýta endurnýjanlega orku fyrir gagnaver og reiknigetu, ásamt því að lágmarka kolefnis-sporið með samþættingu gervigreindartækni við lausnir sem stuðla að frekari orkuskiptingu og orkunýtingu.</li> </ul>



## Ísland getur lært af reynslu annarra ríkja

Við þurfum ekki að finna upp hjólið – önnur lönd eru nú þegar með framúrskarandi verkefni í gangi sem hægt er að nota sem fyrirmyndir <sup>15,16</sup>

Viðskiptaumhverfi	Rekstrarumhverfi	Innviðir	Hæfni	Rannsóknir	Próun
 Íbúafjöldi 1,37 milljónir	 Íbúafjöldi 5,92 milljónir	 Íbúafjöldi 8,85 milljónir	 Íbúafjöldi 5,92 milljónir	 Íbúafjöldi 5,58 milljónir	 Íbúafjöldi 5,26 milljónir
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eistland hefur markað sér stöðu sem leiðandi þjóð í innleiðingu gervigreindarlausna. Eistland var meðal fyrstu þjóða til að þróa aðgerðaáætlun fyrir gervigreind árið 2019, sem felur m.a. í sér tillögur að fjármögnun, nýsköpun og þróun og til að hraða upptöku gervigreindar hjá fyrirtækjum. Eistland hefur nú kynnt sína þriðju aðgerðaáætlun á þessu sviði og er með forskot á flestar þjóðir hvað varðar innleiðingu og framkvæmd.</li> <li><i>Dæmi: <a href="#">AI &amp; Robotics Estonia (AIRE)</a></i></li> <li>Gervigreindar- og vélmenna-setrið styður eistnesk iðnfyrirtæki við að taka upp snjallar stafrænar lausnir á sviði gervigreindar og vélmenntækni sem ekki er enn hægt að finna á einkamarkaði.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Singapúr er alþjóðlegur leiðtogi í gervigreind, ef miðað er við landsframleiðslu og mannfjölda. Viðmiðin þeirra fyrir spunagreind eru áhættumiðuð.</li> <li><i>Dæmi: <a href="#">Viðmið um notkun á spunagreind</a></i></li> <li>Verkfærakista sem einfaldar innleiðingu og prófun.</li> <li>AI Verify og Project Moonshot eru verkfæri til að prófa gervigreindarkerfi. Þessi verkfæri samþætta mismunandi prófunaraðferðir og siðferðileg viðmið, sem lúta t.a.m. að gagnsæi og ábyrgð.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sviss hefur byggt upp sterka innviði fyrir gervigreind, með áherslu á öflugna rannsóknarstarfsemi, nýsköpun og háskólustarfsemi.</li> <li><i>Dæmi: <a href="#">International Computation and AI Network of Excellence (ICAIN)</a></i></li> <li>ICAIN er vettvangur fyrir samnýtingu innviða sem miðar að því að auka aðgengi að ofurtölvum, gögnum, hugbúnaði og gervigreindarþekkingu. Markmið þess er að styðja við alþjóðleg rannsóknarverkefni og þróun á gervigreind sem gagnast samfélaginu með Heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna að leiðarljósi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forsenda fyrir grósku á sviði gervigreindar er að fólk hafi getu til að þróa og innleiða gervigreind víðs vegar í samfélaginu. Með því að fjárfesta í símenntun er hægt að tryggja sjálfbært umhverfi fyrir innleiðingu og notkun gervigreindar til lengri tíma.</li> <li>Singapúr hefur staðið sig afar vel á þessu sviði.</li> <li><i>Dæmi: <a href="#">SkillsFuture</a></i></li> <li>SkillsFuture verkefnið er landsátak um símenntun með það að markmiði að bæta hæfni Singapúrþúa fyrir störf framtíðarinnar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Árangur Finnlands í rannsóknum á gervigreind er vitnisburður um háskóla á heimsælikvarða sem bjóða upp á fjölbreytt námskeið tengd gervigreind og nán tengsl á milli atvinnulífs og rannsóknarstarfsemi.</li> <li><i>Dæmi: <a href="#">Finnish Doctoral Program Network in Artificial Intelligence</a></i></li> <li>Samstarf tíu finnskra háskóla um doktorsnám í gervigreind var sett á laggirnar árið 2024. Markmiðið er að byggja upp doktorsnám á heimsælikvarða og er ætlunin er að mennta 100 nýja doktorsnema á sviði gervigreindar. Mennta- og menningarmálaráðuneyti Finnlands hefur veitt 25,5 milljónum evra til verkefnisins.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Írland laðar til sín alþjóðleg tæknifyrirtæki vegna góðs rekstarumhverfis og sterkra tenginga milli atvinnulífs og háskóla. Slík tengsl byggja brýr á milli rannsókna, nýsköpunar og fyrirtækja sem þróa og nýta gervigreind.</li> <li><i>Dæmi: <a href="#">Lero, rannsóknarmiðstöð SFI fyrir hugbúnað</a></i></li> <li>Leiðir saman 200 vísindamenn á Írlandi frá háskólum og tæknistofnunum í samhæfða miðstöð rannsókna á sviði gervigreindar með áherslu á atvinnulífið.</li> </ul>

# Lykilgögn

- 1 Icelandic Government. "Stefna Íslands um Gervigreind." Stjórnarráðið, 2024. <https://www.stjornarradid.is/library/01--Frettatengt---myndir-og-skrar/FOR/Fylgiskjol-i-frett/Stefna%20%20um%20gervigreind>.
- 2 Kwon, H. (2023, October 26). 알아두면 유용한 6가지 IT 핵심 용어 [6 essential IT terms that are useful to know]. Korea Daily College. <https://college.koreadaily.com/%EC%95%8C%EC%95%84%EB%91%90%EB%A9%B4-%EC%9C%A0%EC%9A%A9%ED%95%9C-6%EA%B0%80%EC%A7%80-it-%ED%95%B5%EC%8B%AC-%EC%9A%A9%EC%96%B4/>
- 3 Marcus, Gary. "Change Blindness." One Useful Thing, 2024. <https://www.oneusefulthing.org/p/change-blindness>.
- 4 OpenAI. "Learning to Reason with LLMs." OpenAI, 2024. <https://openai.com/index/learning-to-reason-with-llms>.
- 5 Berryhill, Jamie, Kévin Kok Heang, Rob Clogher, and Keegan McBride. "Hello, World: Artificial Intelligence and Its Uses in the Public Sector." OECD Working Papers on Public Governance, November 21, 2019. <https://doi.org/10.1787/726fd39d-en>.
- 6 University of Pennsylvania, Wharton AI. (2024). Human vs. ChatGPT: A Comparison Study. 2024. [https://ai.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2024/05/hv\\_chatgpt.pdf](https://ai.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2024/05/hv_chatgpt.pdf)
- 7 IBM. "Female Leadership and AI." IBM Blog, January 2024. [https://www.ibm.com/blogs/think/uk-en/wp-content/uploads/sites/27/2024/01/IBM\\_DEC\\_female\\_leadership\\_and\\_ai\\_report\\_EMEA\\_173\\_0\\_no\\_bars.pdf](https://www.ibm.com/blogs/think/uk-en/wp-content/uploads/sites/27/2024/01/IBM_DEC_female_leadership_and_ai_report_EMEA_173_0_no_bars.pdf)
- 8 Otis, N. G., Cranney, K., Delecourt, S., & Koning, R. (n.d.). Global Evidence on Gender Gaps and Generative AI. Berkeley Haas, Stanford University, Harvard Business School. <https://osf.io/download/6709bba1834fc0279ca5e186/>
- 9 Accenture. "Gen AI Talent." Accenture, 2024. <https://www.accenture.com/us-en/insights/consulting/gen-ai-talent>.
- 10 Umhverfisstofnun. (2022). Staða losunar á Íslandi 2022. <https://www.ust.is/loft/losun-grodurhusaloftegunda/stada-losunar-a-islandi-2022/>
- 10 Implement Consulting Group. "The Economic Opportunity of Generative AI in the EU." Implement Consulting Group, 2024. <https://cms.implementconsultinggroup.com/media/uploads/articles/2024/The-economic-opportunity-of-generative-AI-in-the-EU/The-economic-opportunity-of-AI-in-the-EU.pdf>.
- 11 Landspítali. "Framtíðarþróun Þjónustu Landspítala." Heilbrigðisráðuneytið, March 16, 2022. [https://www.stjornarradid.is/library/04-Raduneytin/Heilbrigdisraduneytid/ymsar-skrar/ISL%20-%20Framtidarthroun\\_thjonustu\\_Landspitala\\_16032022.pdf](https://www.stjornarradid.is/library/04-Raduneytin/Heilbrigdisraduneytid/ymsar-skrar/ISL%20-%20Framtidarthroun_thjonustu_Landspitala_16032022.pdf).
- 12 Mennta- og barnamálaráðuneytið. (2022). Staða drengja í menntakerfinu á Íslandi <https://www.stjornarradid.is/library/01--Frettatengt---myndir-og-skrar/MRN/Stada-drengja-i-menntakerfinu-loka.pdf>
- 13 Tortoise Media. "Global AI." Tortoise Media Intelligence, 2024. <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/>.
- 14 Infocomm Media Development Authority. "AI Playbook for Small States." Infocomm Media Development Authority, 2024. <https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/news-and-events/media-room/media-releases/2024/09/ai-playbook-for-small-states/imda-ai-playbook-for-small-states.pdf>.
- 15 Implement Consulting Group. "The Economic Opportunity of Generative AI in Estonia." Implement Consulting Group, 2024. [https://cms.implementconsultinggroup.com/media/uploads/articles/2024/The-economic-opportunity-of-generative-AI-in-Estonia/2024\\_The-economic-opportunity-of-AI-in-Estonia.pdf](https://cms.implementconsultinggroup.com/media/uploads/articles/2024/The-economic-opportunity-of-generative-AI-in-Estonia/2024_The-economic-opportunity-of-AI-in-Estonia.pdf).
- 16 Day, M. (2024, October 27). Amazon CEO Andy Jassy says AWS is working on its own generative AI chips to rival Nvidia's. Yahoo Finance. <https://finance.yahoo.com/news/amazon-ceo-andy-jassy-says-213018283.html>
- 17 Williams, O. (2024, October 27). EU targets Big Tech with new guidelines on generative AI. Financial Times. <https://www.ft.com/content/bfd9af3d-d607-4877-9571-078ab82a837e>





## Aðferð I - Hagstofan

Til að meta áhrif gervigreindarvæðingar á landsframleiðslu og framleiðni var stuðst við sömu gögn og notuð voru til að skoða áhrif gervigreindarvæðingar á störf á vinnumarkaði. Störf voru flokkuð í samræmi við atvinnugreinaflokkunina ÍSAT-08 og í framhaldinu var reiknað hversu hátt hlutfall starfsfólks félli undir mismunandi flokka gervigreindarvæðingar (þ.e. hvort gervigreind hafi mjög mikil áhrif á starfið, frekar mikil áhrif o.s.frv.). Út frá því var hægt að skoða áhrif gervigreindar á mismunandi atvinnugreinar og þar með áhrifin á landsframleiðslu.

Samkvæmt greiningu Goldman Sachs áætla fyrirtæki sem voru fljót að innleiða gervigreind í starfsemi sinni (e. early adopters) að framleiðni þeirra muni aukast árlega um 2-3%. Þessar upplýsingar voru lagðar til grundvallar mati á því hversu hátt hlutfall starfa innan hversrar atvinnugreinar tilheyrði eftirfarandi fimm flokkum mögulegrar gervigreindarvæðingar:

- 1) Mjög mikil áhrif gervigreindar: 4% aukning framleiðni ef bæði hraði og símenntun eru háværkuð – annars 1,5% og 3% ef annað hvort er hámarkað
- 2) Frekar mikil áhrif gervigreindar: 2,6% aukning framleiðni ef bæði hraði og símenntun eru háværkuð – annars 1% og 2% ef annað hvort er hámarkað
- 3) Hvorki mikil né lítil áhrif gervigreindar: 1,5% aukning framleiðni ef bæði hraði og símenntun eru háværkuð – annars 0,5% og 1% ef annað hvort er hámarkað
- 4) Frekar lítil áhrif gervigreindar: 0,75% aukning framleiðni ef bæði hraði og símenntun eru háværkuð – annars 0,25% og 0,5% ef annað hvort er hámarkað
- 5) Mjög lítil áhrif gervigreindar: Engin breyting á framleiðni

Á grunni þessa mats var hægt að segja til um hversu mikið framleiðni gæti aukist í mismunandi atvinnugreinum og þá samanlagt fyrir íslenska hagkerfið í heild sinni. Athugið að þessi skipting í fimm flokka er ekki byggð á empirískum mælingum og því verður áhugavert að sjá til framtíðar hvernig þetta mun þróast. Þá um leið verður hægt að setja fram nákvæmari spá um áhrif gervigreindarvæðingar til skemmri tíma. Einnig verður að hafa í huga að hér er ekki gerð tilraun til að spá fyrir um þróun gervigreindaraðferða eða líkana. Allar umbætur á þeim og aukin hagkvæmni mun væntanlega auka framleiðni enn frekar og var miðað við 2% í því samhengi. Einnig er vert að vekja athygli á því að áhrif gervigreindar á mismunandi störf byggir á gögnum frá Bandaríkjunum. Óljóst er að hvaða marki það hefur áhrif á niðurstöðurnar. Hins vegar hafa sömu aðferðir (og gögn sem unnin hafa verið á bandarískum vinnumarkaði) verið heimfærð á önnur Evrópulönd og er þessi rannsókn í anda þeirrar vinnu (sjá Albanesi, da Silva, Jimeno, Lamo og Wabitsch, 2023).

### Heimildir

Albanesi, S., Da Silva, A. D., Jimeno, J. F., Lamo, A., & Wabitsch, A. (2023). New technologies and jobs in Europe (Nr. w31357). National Bureau of Economic Research.

Felten E, Raj M, Seamans R (2021) Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses. Strategic Management Journal 42(12):2195–2217.



## Aðferð II - Hagstofan

Til að meta áhrif gervigreindarvæðingu á íslenskan vinnumarkað var samskonar aðferðum beitt og notaðar voru í skýrslu Albanesi, da Silva, Jimeno, Lamo og Wabitsch (2023). Upplýsingar um áhrif gervigreindar á mismunandi störf (AI-exposure) voru fengnar frá Felten, Raj og Seamans (2021).

Í rannsókn sinni þróuðu Felten og félagar nýja mælingu á áhrifum gervigreindar á störf (AI Occupational Exposure). Frekari umfjöllun um hvernig það var gert má nálgast í grein þeirra. Í grófum dráttum felur mæling þeirra í sér að skoða viðfangsefni mismunandi atvinnugreina og meta hversu miklar líkur eru á því að gervigreind geti leyst þau verkefni. Útgangspunkturinn var ekki að gervigreind leysi fólk af hólmi heldur að skoða með hvaða hætti gervigreind getur hjálpað starfsfólki og aukið framleiðni.

Til að hægt sé að beita niðurstöðum Felten og félaga á íslenskan vinnumarkað þarf að endurkóða starfaflokkunina sem er notuð eða úr 2010 SOC (sem er bandarískt starfaflokkunarkerfi) yfir í ISCO-08 sem er alþjóðlegt starfaflokkunarkerfi sem er meðal annars notað af Hagstofu Íslands og Eurostat, Hagstofu Evrópusambandsins. Slíkt er hægt að gera með þar til gerðum millitölum eins og þeim sem hægt er að finna á [vef U.S. Bureau of Labor Statistics](#). Í þessu tilviki voru tveggja stafa ISCO-08 störf í aðalstarfi borin saman við gögn úr vinnumarkaðsrannsókn Hagstofu Íslands fyrir árin 2009 – 2024 (fyrstu tvo ársfjórðunga 2024), en horft var til þeirra sem svöruðu könnuninni og sögðust vera starfandi. Með því móti var hægt að sjá að hvaða marki mismunandi störf væru líkleg til að breytast vegna þróunar gervigreindar og skoðað hversu hátt hlutfall þessara starfa var af heildarfjölda starfa á íslenskum vinnumarkaði.

Áhrif gervigreindar á mismunandi störf voru flokkuð í fimm flokka:

- 1) Mjög mikil áhrif gervigreindar
- 2) Frekar mikil áhrif gervigreindar
- 3) Hvorki mikil né lítil áhrif gervigreindar
- 4) Frekar lítil áhrif gervigreindar
- 5) Mjög lítil áhrif gervigreindar

Út frá þessu var hægt að leggja mat á hversu hátt hlutfall starfa á íslenskum vinnumarkaði tilheyrðu þessum flokkum og þar með hversu mikil áhrif gervigreind myndi hafa á störf. Þannig var jafnframt hægt að líta á bakgrunnsbreytur á borð við kyn og aldur. Þannig var hægt að svara spurningum á borð við hversu hátt hlutfall kynjanna sinnir störfum sem líklegt er talið að verði fyrir mjög miklum áhrifum gervigreindar.



## Hugtakalisti

- 1 **Vélrænt nám (e. Machine Learning):** er aðferð þar sem tölvukerfi læra og bæta frammistöðu sína út frá gögnum án þess að vera sérstaklega forrituð til þess. Algóritmar eru notaðir til að greina mynstur og gera spár eða ákvarðanir byggðar á þeim.
- 2 **Djúp nám (e. Deep Learning):** er undirgrein vélræns náms sem notar tauganet með mörgum lögum (e. deep neural networks). Þetta líkir eftir vinnslu í heila mannsins og getur lært flókin mynstur í stórum gagnasöfnum.
- 3 **Spunagreind (e. Generative AI):** vísar til gervigreindar sem getur skapað nýtt efni, svo sem texta, myndir eða tónlist, með því að nota módel sem hafa verið þjálfuð á stórum gagnasöfnum.
- 4 **Stór mállíkönn (e. Large Language Models):** eru tegundir spunagreindarlíkana sem eru þjálfðar á miklu magni textagagna. Þau eru notuð til að skilja og mynda texta, spá fyrir um orð í setningum og eiga við flóknar samtalsaðstæður.
- 5 **OpenAI:** er gervigreindarfyrirtæki sem þróar gervigreindartækni og rannsóknir með það að markmiði að tryggja að gervigreind sé þróuð á öruggan og mannúðlegan hátt. Þeir eru þekktir fyrir að þróa ChatGPT og önnur mállíkönn.
- 6 **ChatGPT:** er spjallforrit sem notar stórt mállíkan sem er þjálfuð af OpenAI til að bregðast við texta á mannlegan hátt. Það getur svarað spurningum, tekið þátt í samtölum og veitt aðstoð í fjölbreyttum verkefnum.
- 7 **Claude:** er einnig stórt mállíkan, þróað af Anthropic, sem er fyrirtæki sem sérhæfir sig í öruggri þróun gervigreindar. Claude er ætlað að bjóða upp á háþróaða spurningar og svörun þjóna eins og ChatGPT, með áherslu á siðferðilega og ábyrga notkun gervigreindar.
- 8 **Midjourney:** er gervigreindartól sem býr til myndir út frá textafyrirmælum. Notendur skrifa inn lýsingu á því sem þeir vilja sjá og gervigreindin skapar myndir sem reyna að fanga þessi fyrirmæli. Þetta ferli er kallað text-to-image generation, og Midjourney er eitt af þekktustu og mest notuðu verkfærum af þessu tagi
- 9 **Flux:** er einning gervigreindartól sem býr til myndir út frá textafyrirmælum.
- 10 **Hæfni (e. Talent)** einblínir á framboð hæfra sérfræðinga á sviði gervigreindarlausna.
- 11 **Innviðir (e. Infrastructure)** meta umfang framþróaðrar tölvuinnviða og framleiðslu hálfleiðara.
- 12 **Stefna stjórnvalda (e. Government Strategy)** metur skuldbindingar ríkisstjórnar gagnvart gervigreind; skoðar bæði útgjöld og stefnur.
- 13 **Viðskiptaumhverfi (e. Commercial Ecosystem)** einblínir á umfang sprotastarfsemi, einkafjárfestingar og viðskiptaverkefna tengd gervigreind.
- 14 **Rekstrarumhverfi (e. Operating Environment)** leggur áherslu á reglugerðarumhverfið og almenningsálit til gervigreindar.
- 15 **Rannsóknir (e. Research)** skoða magn og gæði sérhæfðra rannsókna á vegum háskóla og atvinnulífsins.
- 16 **Þróun (e. Development)** einblínir á þróun nýrra gervigreindarlíkana og notkunar á gervigreindartækni í einkaleyfum á öðrum sviðum.
- 17 **Pungi/Ákefð (e. Intensity)** mælir getu eða hagnýtingu gervigreindar í hlutfalli við stærð þjóðar eða hagkerfis.
- 18 **Umfang (e. Scale)** mælir getu þjóðar á sviði gervigreindar og sýnir framleiðslu hennar á gervigreindarlausnum á alþjóðavettvangi.