

## 1 ÚRDRÁTTUR

Búið var til tauganet sem getur greint líkur á sigri, jafntefli og tapi fyrir skákmann í skák út frá gefinni stöðu á skákborðinu ásamt upplýsingum um getustig skákmanna [5], númeri næsta leiks og greiningu á stöðunni frá skáktölvu. Besta módelið sem fékkst hafði prófunarnákvæmnina 81.73%.

## 2 INNGANGUR

Greining á stöðum í skák er ekki ný fræði og til eru mjög góð módel sem geta bæði greint og teft skák betur en nokkur maður. Dæmi um eitt af sterkustu módelum nútímans er AlphaZero [2] sem þjálfað var af Deepmind teymi Google og notar reinforcement lærdómsaðferðir. Annað módel sem er talið enn sterkara er Stockfish 15.1 [9] og notast það við tauganet sem þjálfað er á hefðbundnari hátt með því að reyna að skoða margar stöður fram í tímann og meta gæði þeirra. Hér verður reynt að búa til módel sem getur gefið upplýsingar um líkur á sigri, jafntefli og tapi fyrir gefna stöðu á skákborði ásamt upplýsingum um getustig skákmanna [5], númeri næsta leiks og greiningu á stöðunni frá skáktölvu.

## 3 AÐFERÐIR

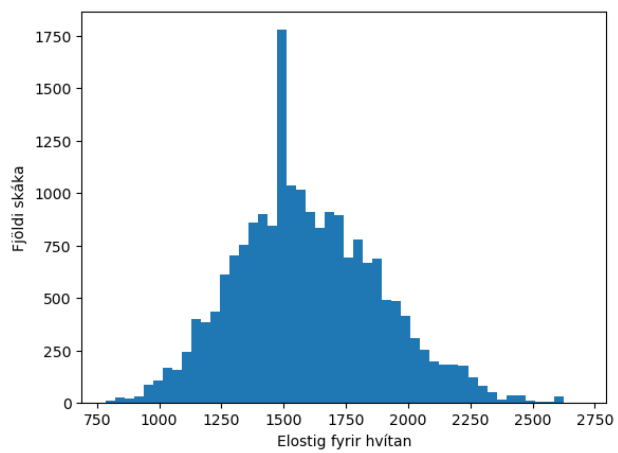
### 3.1 GÖGNIN

Gögnin sem notuð eru koma af Kaggle [4]. Úr því gagnasetti eru notuð gögn um alla leiki í heilum skákum, Elo stig skákmanna og sigurvegara skákarinnar. Á myndum 1a og 1b sjást súlurit sem lýsa dreifingu á Elo-stigum [5] skákmanna. Á þeim myndum sjást að dreifingin er nokkuð svipuð fyrir svartan og hvítan sem gefur til kynna að skákmenn séu á svipuðu getustigi. Á báðum myndunum sést að mjög hátt gildi fæst í kringum 1500 Elo-stig en það er vegna þess að skáksíðan Lichess.org gefur nýjum skákmönnum 1500 Elo-stig þegar þeir byrja á síðunni.

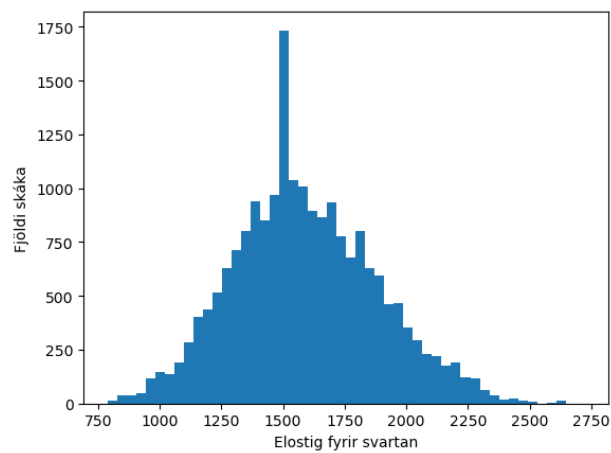
Á mynd 1c sjást upplýsingar um sigurvegara skákanna og á mynd 1d sést hve marga leiki skákirnar tóku.

Gagnasettið inniheldur 20058 skákir og hver skák er að meðaltali u.þ.b. 60.5 leikir og heildarfjöldi leikja er 1212827. Gagnasettið innihélt ekki greiningar á stöðunum svo ég gerði þær með Stockfish 15 með dýpt 10. Það tók rúmar 8 klukkustundir og hærri dýpt gæfi betri niðurstöðu en tæki of langan tíma. Formið á gögnunum sem fékkst með þessu er innmerkisfylkið af stærð 1212827x772 og útmerkisvigurinn af stærð 1212827x1. Innmerkið inniheldur 1 stak fyrir númer leiksins, 768 stök fyrir bitboard uppsetningu á stöðunni [3], 2 stök fyrir Elo-stig skákmanna og 1 stak fyrir Stockfish 15 mat á stöðunni. Útmerkið er vigur sem gefur upplýsingar um sigurvegara skákarinnar sem staðan kom fram í.

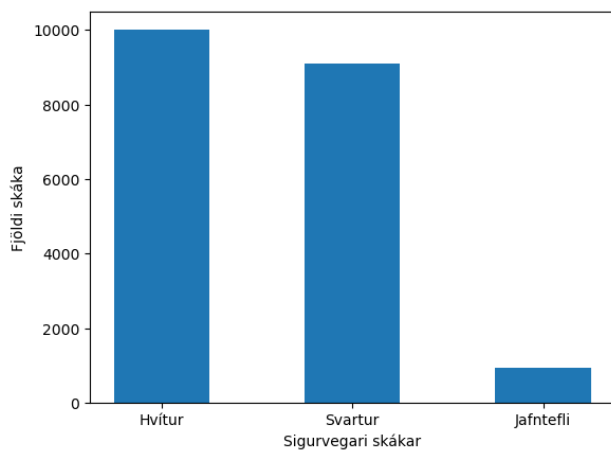
Þegar kom að því á þjálfra tauganetið var ákveðið að nota aðeins 151274 fyrstu stökin þar sem hvítur átti næst leik. Þegar stærri voru notuð fylltist minnið á skjákortinu sem var notað.



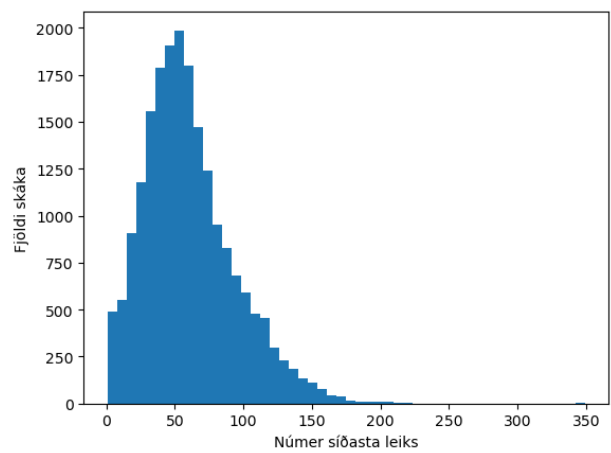
(a)



(b)



(c)



(d)

Mynd 1: Súlrít með upplýsingum um dreifingu gagna

### 3.2 TAUGANET

Notast verður við tauganet til að leysa verkefnið. Einfalt samanburðarmódel verður sett upp til að bera síðari módel við. Samanburðarmódelið tekur inn 772 innmerki, hefur 2 falin lög með 50 taugungum hvor og skilar síðan 3 útmerkjum með softmax lagi. Þetta tauganet hefur því 41353 þjálfanlega stuðla. Útmerkin gefa líkurnar á sigri, tapi og jafntefli.

Samanburðarmódelið og öll önnur módel verða aðeins þjálfuð fyrir stöður þar sem hvítur á næsta leik. Það er gert því grundvallarmunur er á því hver staðan er í skák eftir því hvor á næst leik. Með því að þjálfra aðeins fyrir hvítan er aðeins hægt að nota módelið til að greina stöður fyrir hvítan. Auðvelt væri á samsvarandi hátt að búa til nákvæmlega eins módel fyrir svartan en þá tæki verkefnið tvöfalt lengri tíma en niðurstöðurnar yrðu að öllum líkindum þær sömu.

Þjálfuð verða nokkur tauganet og sjást stærðir þeirra í töflu 1. Tauganetin voru þjálfuð fyrir 1000 ítranir með learning rate 0.00001 og SELU virkjun á öllum lögum.

Heiti móðels	Stærð laga				Þjálfunartími	Fjöldi breyta
	Lag 1	Lag 2	Lag 3	Lag 4		
Samanburður	50	50	-	-	16 min	41353
1	100	-	-	-	16 min	77603
2	1000	750	500	-	26 min	1900753
3	2000	1000	500	-	40 min	4049003
4	3000	2000	1000	500	80 min	10824003

Tafla 1: Upplýsingar um tauganetin

Þjálfunartími í töflu 1 er fyrir Python 3.8.16 keyrt á NVIDIA GeForce RTX 3060 12GB skjákorti í Linux stýrikerfinu.

### 3.3 SAMANBURÐUR

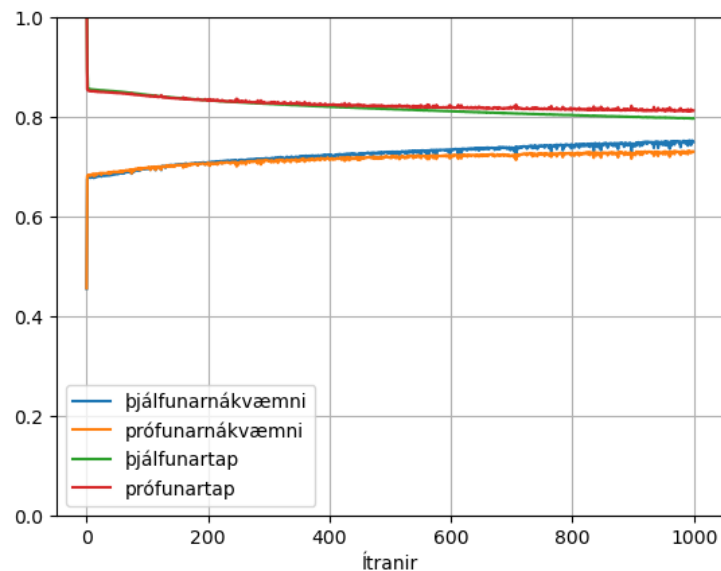
Notast verður við samanburðarmódelið sem lýst er í hluta 3.2 við hönnun á tauganetinu.

Annað samanburðarmódel er einnig hægt að nota til að bera saman við niðurstöðurnar sem fást úr tauganetunum.

Það módel er innbyggð aðferð í Stockfish 15 sem kallast *get\_wdl\_stats*. Sú aðferð gefur líkur á sigri, jafntefli og tapi fyrir gefna stöðu sem heiltölu frá 0-1000 þar sem 1000 táknar 100% líkur á þeirri útkomu.

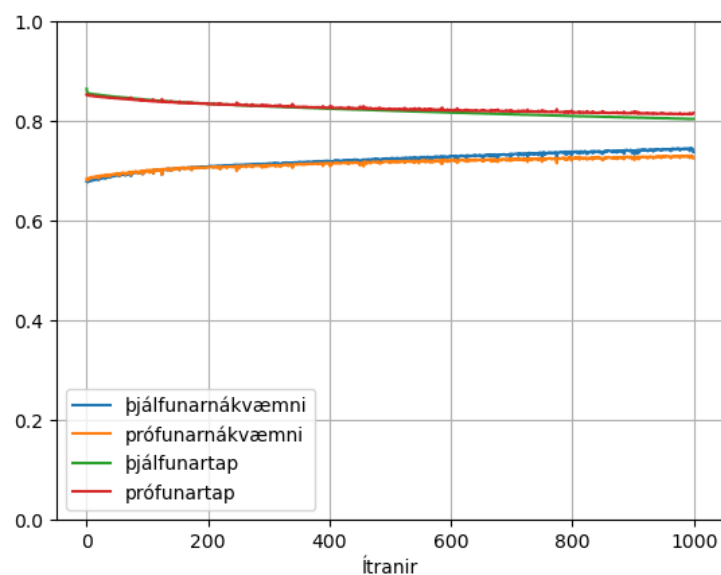
## 4 NIÐURSTÖÐUR

Á mynd 2 sjást nákvæmnir og tap fyrir þjálfunar- og prófunargögn. Af gögnunum fæst að prófunarnákvæmnin fer hægt hækkandi upp í 73.10% og villan lækkar einnig lítið. Þetta er betra en handahófskennt gisk sem hefði um 33% nákvæmni ef það giskaði með jöfnum líkum á alla möguleika, eða um tæp 50% ef það giskaði ekki á jafntefli, svo það sést að fyrir svona lítið net með aðeins 41353 stillanlegum breytum fæst strax ekkert mjög slæm niðurstaða.



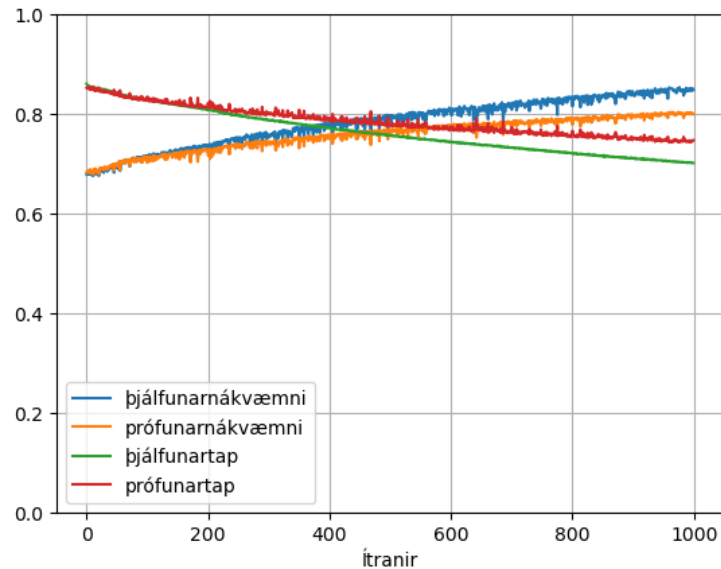
Mynd 2: Nákvæmnir og töp fyrir samanburðarmódelið sem föll af ítrunum

Næsta tauganet sem skoðað er verður kallað módel 1. Það módel hefur aðeins eitt lag og það lag hefur 100 taugunga. Þetta módel hefur 77603 þjálfanlegar breytur sem er meira en samanburðarmódelið en það gefur verri niðurstöður, skv. niðurstöðum í töflu 2. Þetta gefur til kynna að það að hafa tvö lög er betra en eitt þó að lögin séu minni og þjálfanlegu breytur séu færri.



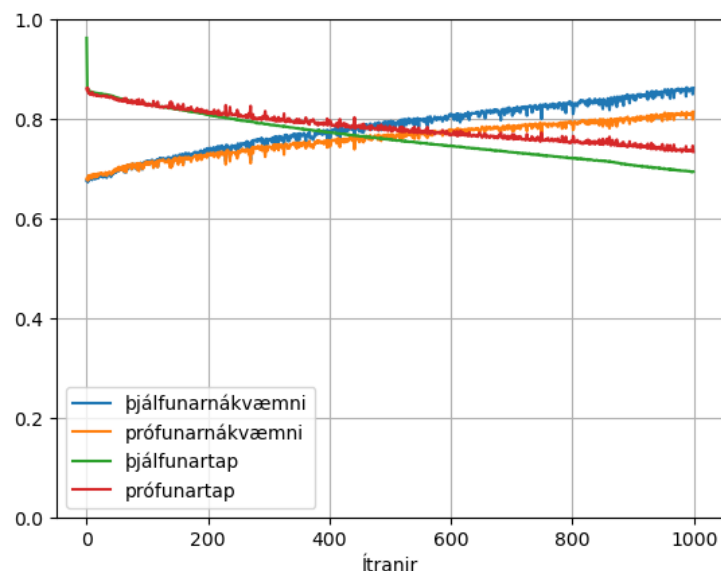
Mynd 3: Nákvæmnir og töp fyrir módel 1 sem föll af ítrunum

Nú er prófað að bæta við fleiri lögum og að stækka þau til að athuga hvort betri niðurstaða fáiast. Módel 2 hefur þrjú lög að stærð 1000, 750 og 500 sem gera 1900753 þjálfanlegar breytur. Þetta gefur talsvert betri niðurstöður en fyrri módel og u.þ.b. 80..11% prófunarnákvæmni. Hins vegar er farinn að sjást munur á prófunar- og þjálfunarniðurstöðunum, þ.e. áhrif ofþjálfunar fara að sjást.



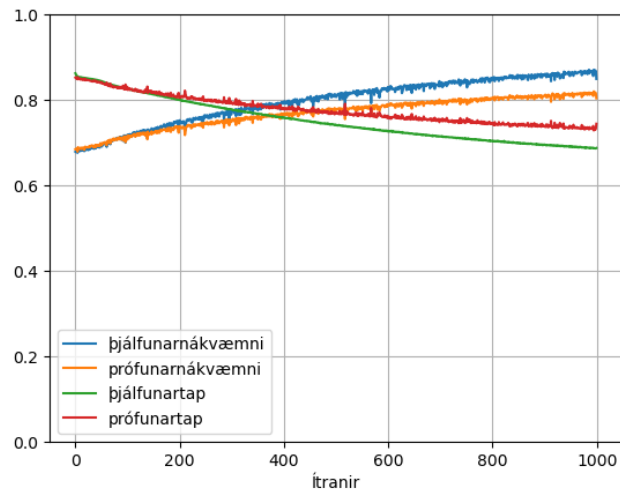
Mynd 4: Nákvæmnir og töp fyrir módel 2 sem föll af ítrunum

Prófum nú að stækka fyrstu tvö löginn og athuga hvort betri niðurstöður fáiast. Fyrsta falda lagið verður nú 2000 og annað verður 1000. Þetta gefur rúmlega tvöfalt fleiri þjálfanlegar breytur, þ.e. 4049003. Niðurstöðurnar verða örlítið betri þar sem prófunarnákvæmni er 81.43%. Ofþjálfunin er svipuð og fyrir módel 2.



Mynd 5: Nákvæmnir og töp fyrir módel 3 sem föll af ítrunum

Síðasta tauganetið sem skoðað er er módel 4. Nýju földu lagi að stærð 3000 er bætt við fyrir framan földu lögin í módeli 3. Þetta módel hefur 10824003 þjálfanlegar breytur. Þetta eru meira en tvöfalt fleiri breytur en í módeli 3 og eitt auka lag en prófunarnákvæmnin er aðeins 0.3% betri eða um 81.73%. Það tekur tvöfalt lengri tíma að þjálfa þetta módel heldur en módel 3 en niðurstöðurnar eru aðeins örlítið betri.

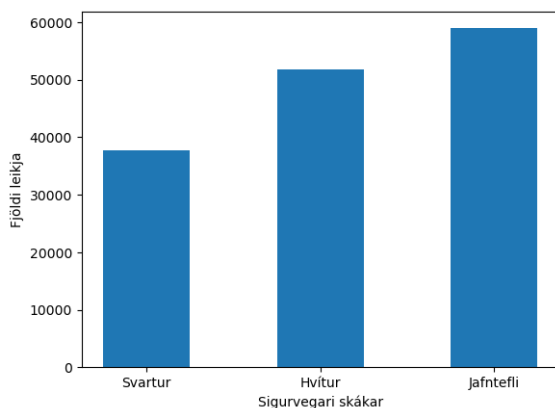


Mynd 6: Nákvæmnir og töp fyrir módel 4 sem föll af ítrunum

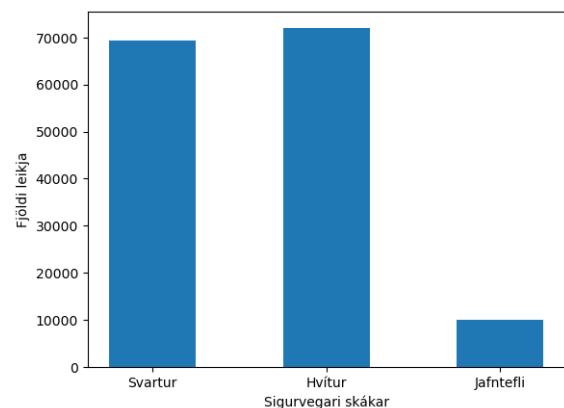
Heiti móðels	Prófunarnákvæmni	Þjálfunarnákvæmni	Prófunartap	Þjálfunartap
Samanburður	0.7310	0.7525	0.8121	0.7970
1	0.7292	0.7445	0.8135	0.8039
2	0.8011	0.8506	0.7452	0.7017
3	0.8143	0.8623	0.7340	0.6939
4	0.8173	0.8691	0.7304	0.6862

Tafla 2: Upplýsingar um nákvæmnir og töp fyrir módelin

Samanburðarmódelið sem notað aðferðina *get\_wdl\_stats* úr Stockfish 15 gefur 39.5% nákvæmni fyrir þessa leiki fyrir hvítan. Þetta er lægra en öll önnur módel sem skoðuð hafa verið. Eins og sést á mynd 7 þá ofmetur aðferðin líkur á jafntefli.



(a) Sigurvegari skv. *get\_wdl\_stats*



(b) Raunverulegur sigurvegari

Mynd 7: Súlrit með upplýsingum um sigurvegara

## 5 UMFJÖLLUN

Þar eð módel 4 er um 2.7 sinnum stærra en módel 3 en prófunarnákvæmnin er aðeins 0.3% betri er hægt að segja að verið sé að nálgast takmörkin á því sem þessi aðferð getur spáð fyrir. Módel 4 gefur bestu niðurstöðuna og er að því leiti besta módelið. Einnig er hægt að færa rök fyrir því að módel 3 sé besta módelið þar sem það gefur nánast sömu nákvæmni er hefur helmingi lægri þjálfunartíma fyrir sama fjölda ítrana.

Ástæðan fyrir því að *get\_wdl\_stats* aðferðin úr Stockfish 15 gefur aðeins 39.5% nákvæmni er sú að þessi aðferð er þjálfuð fyrir leiki sem tefldir eru fullkomlega, þ.e. gert er ráð fyrir skákmenn velji alltaf bestu leikina sem þeir geti spilað. Í raunveruleikanum er það ekki þannig, t.d. endar megnið af skákum sem spilaðar eru af bestu skáktölvunum með jafntefli en hér eru aðeins um 5% af skákum sem enda í jafntefli. Gagnasettið inniheldur skákir sem tefldar eru af venjulegu fólki á netinu og meðal maðurinn spilar skák langt frá því getustigi sem bestu skáktölvurnar spila á. Aðferðin *get\_wdl\_stats* er því ekki hentug til að segja til um hver útkoma skákar sem tefld er af meðalmönnum verður.

Til að fá betri niðurstöður væri t.d. hægt að bæta við upplýsingum um þann tíma sem eftir er fyrir báða skákmenn. Það þyrfti þá hinsvegar að finna annað gagnasett sem inniheldur þær upplýsingar.

## 6 HEIMILDIR

- [1] *Algebraic notation (chess)*. Í: *Wikipedia*. Page Version ID: 1133798318. 15. jan. 2023. URL: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Algebraic\\_notation\\_\(chess\)&oldid=1133798318](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Algebraic_notation_(chess)&oldid=1133798318) (skoðað 03.03.2023).
- [2] *AlphaZero: Shedding new light on chess, shogi, and Go*. URL: <https://www.deepmind.com/blog/alphazero-shedding-new-light-on-chess-shogi-and-go> (skoðað 03.03.2023).
- [3] *Bitboard Beginnings*. URL: <https://pages.cs.wisc.edu/~psilord/blog/data/chess-pages/rep.html> (skoðað 05.04.2023).
- [4] *Chess Game Dataset (Lichess)*. URL: <https://www.kaggle.com/datasets/datasnaek/chess> (skoðað 03.03.2023).
- [5] *Glicko rating system*. Í: *Wikipedia*. Page Version ID: 1140110444. 18. feb. 2023. URL: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Glicko\\_rating\\_system&oldid=1140110444](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Glicko_rating_system&oldid=1140110444) (skoðað 03.03.2023).
- [6] *Leela Chess Zero*. URL: <https://lczero.org/> (skoðað 03.03.2023).
- [7] *python-chess: a chess library for Python — python-chess 1.9.4 documentation*. URL: <https://python-chess.readthedocs.io/en/latest/> (skoðað 03.03.2023).
- [8] Logan Spears. *Train Your Own Chess AI*. Medium. 17. ágú. 2021. URL: <https://towardsdatascience.com/train-your-own-chess-ai-66b9ca8d71e4> (skoðað 03.03.2023).
- [9] *Stockfish 15.1 - Stockfish - Open Source Chess Engine*. URL: <https://stockfishchess.org/blog/2022/stockfish-15-1/> (skoðað 03.03.2023).

## 7 ANNAÐ

Github síða verkefnisins er <https://github.com/MagnusGunnarG/Skakgreinir>.

Notast var við Github Copilot við skrif á ýmsum kóða bæði við gagnavinnslu og uppsetningu á tauganetinu.