



HJÓLREIÐAR Í ÖLLUM VEÐRUM

Rannsóknarverkefni styrkt af rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar

02.03.2026

SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

SKJALALYKILL

108407-SKY-001-V01

SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

01 / 23

VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Katrín Halldórsdóttir

VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Ragnar Gauti Hauksson

LYKILORÐ

STAÐA SKÝRSLU

- Drög
- Drög til yfirlstrar
- Lokið

DREIFING

- Opin
- Dreifing með leyfi verkkaupa
- Trúnaðarmál

TITILL SKÝRSLU

Hjólreiðar í öllum veðrum

VERKHEITI

Hjólreiðar í öllum veðrum

VERKKAUPI

Vegagerðin

HÖFUNDUR

Ásmundur Jóhannsson, Ragnar Gauti Hauksson

ÚTDRÁTTUR

Verkefnið greinir tengsl veðurs og hjólreiða í Reykjavík fyrir árin 2018–2023. Klukkustundargögn úr hjólateljara í Nauthólsvík voru pöruð saman við veðurmælingar (hitastig, vindhraða, úrkoma, snjódýpt) frá Veðurstofu Íslands og greind með línulegu aðhvarfi. Hitastig hvetur mest til hjólreiða, en vindur, úrkoma og snjór draga úr ferðum, einkum á veturnum. Á háannatímum skýra veðurþættir um 30 % breytileikans, en innan við 15 % á vetrarhelgum.



ÚTGÁFUSAGA

NR.	HÖFUNDUR	DAGS.	RÝNT	DAGS.	SAMÞYKKT	DAGS.
01	Ásmundur Jóhannsson	28.04.25	Ragnar Gauti Hauksson	15.02.26	Ragnar Gauti Hauksson	02.03.26

EFLA VERKFRÆÐISTOFA

+354 412 6000 efla@efla.is www.efla.is

SAMANTEKT

Markmið þessa verkefnis var að kanna hvernig veðurskilyrði höfðu áhrif á hjólreiðar í Reykjavík á árunum 2018–2023. Tvö gagnasett voru skoðuð:

1. Klukkustundar talningar úr staðbundnum hjólateljara Reykjavíkurborgar við Nauthólsvík.
2. Veðurmælingar Veðurstofu Íslands, sem innihéldu hitastig, vindhraða, úrkomu og snjódýpt.

Gögnin voru samræmd á klukkustundarbilum og greind með línulegri aðhvarfsgreiningu ásamt lýsandi tölfræði og myndrænni framsetningu.

Niðurstöður sýna sterka jákvæða fylgni milli hitastigs og fjölda hjólaferða, á meðan úrkoma, vindhraði og snjódýpt draga marktækt úr hjólreiðum. Áhrifin eru breytileg eftir árstíðum og tímabilum dagsins: á háannatímum (kl. 6–10 og 15–19 á virkum dögum) skýra veðurþættir allt að 30 % af breytileikanum ($R^2 = 0,301$), en hlutfallið fellur niður í um 10 % á vetrarhelgum. Hitastig hefur mest jákvæð áhrif (stuðull $\approx 4,3$ ferðir/°C á háannatímum), á meðan vindhraði og snjór reynast fælandi þáttur, sérstaklega í vetraraðstæðum.

Verkefnið sýnir að þrátt fyrir afgerandi áhrif veðurs, skýra aðrir þættir—svo sem færð, lýsing og samfélagsviðburðir—merkjanlegan hluta hjólreiðahegðunar. Ráðlagt er að næstu rannsóknir feli í sér fleiri teljara, viðbótarbreytur og talningarlíkön (t.d. Poisson eða neikvæða bínómísk) til að auka skýringarkraft og alhæfingargildi. Niðurstöðurnar gefa samt til kynna að bætt vetrarþjónusta, vind- og veðurvarnir og markvissar hvatar geti aukið hjólreiðar í Reykjavík allan ársins hring.

EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	5
MYNDASKRÁ	6
TÖFLUSKRÁ	6
1 INNGANGUR	7
2 GAGNASÖFN OG GAGNAVINNSLA	8
2.1 Gagnasöfn	8
2.1.1 Hjólateljarar	8
2.1.2 Veðurgögn	8
2.1.3 Sameinað gagnasafn	9
2.2 Forkönnun gagna	10
3 AÐFERÐAFRÆÐI	15
4 NIÐURSTÖÐUR	16
5 UMRÆÐA OG LOKAORÐ	22

MYNDASKRÁ

MYND 1	Staðsetning hjólateljara í Nauthólsvík og veðurstöð við Veðurstofu Íslands	9
MYND 2	Mánaðarleg dreifing ferða á hjólum árin 2018-2023	10
MYND 3	Vikuleg dreifing ferð á hjóli eftir árum	11
MYND 4	Dreifing hjólréiða yfir sólahringinn alla daga (2018-2023)	12
MYND 5	Dreifing hjólréiða yfir sólahringinn virka daga (2018-2023)	13
MYND 6	Dreifing hjólréiða yfir sólahringinn helgar (2018-2023)	14
MYND 7	Dreifing fjölda hjólréiðamanna í tengslum við veðurbætti – Allir dagar	16
MYND 8	Dreifing fjölda hjólréiðamanna í tengslum við veðurbætti – Vetrardagar	17

TÖFLUSKRÁ

TAFLA 1	Samanburður á líkönum varðandi R-squared, Adf. R-squared, AIC og fjöldi athuganna.	18
TAFLA 2	Niðurstöður úr t-testi varðandi tölfræðilegri marktækni hvers þáttar.	19
TAFLA 3	Áhrif fjögurra veðurbátta – hitastigs, vinds, úrkomu og snjódýptar – á fjölda hjólréiðamanna	20

1 INNGANGUR

Þegar kemur að umhverfisvænum samgöngum í borgarsamfélögum, hefur áhugi á hjólreiðum aukist verulega á undanförunum árum. Fyrir bæjarfélög og borgaryfirvöld sem stefna að því að efla hjólreiðar sem hluta af samgöngukerfinu, er mikilvægt að skilja þá þætti sem hafa áhrif á fjölda hjólandi vegfarenda. Veðurfar er einn slíkur þáttur, en bæði úrkoma, hitastig, vindur og snjópungi hafa mögulega áhrif á ákvörðun fólks um að ferðast með hjóli. Þetta verkefni, þar sem veðurgögn og umferðartölur úr föstum hjólateljurum á höfuðborgarsvæðinu verða borin saman, hefur það að markmiði að kanna hvort og veðuraðstæður hafi einnig áhrif á hjólreiðar í Reykjavík.

Markmið rannsóknarinnar er að kanna tengslin milli veðurþátta eins og hitastigs, úrkomu og snjópungdar á fjölda hjólandi vegfarenda. Sérstök áhersla verður lögð á að skoða áhrif mikillar snjókomu, þar sem niðurstöðurnar geta einnig gefið til kynna hversu góð vetrarþjónustan er á þeim svæðum þar sem hjólateljararnir eru staðsettir. Rannsóknin mun einnig leitast við að varpa ljósi á það hvort veðuraðstæður hafa mismunandi áhrif á dreifingu hjólreiða yfir sólarhringinn og hvort áhrifin eru breytileg milli virkra daga og helga. Með þessu er vonast til að skapa heildræna mynd af veðuráhrifum á hjólreiðar í Reykjavík, sem getur haft gagn fyrir skipulag og aðgerðir sem stuðla að bættum hjólaskilyrðum á höfuðborgarsvæðinu.

Að verkefninu unnu Ásmundur Jóhannsson og Ragnar Gauti Hauksson. Verkefnið var styrkt af rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar. Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá.

2 GAGNASÖFN OG GAGNAVINNSLA

Notast var við tvær gerðir af gagnasöfnum við vinnu á rannsóknarverkefningu, annars vegar veðurgögn frá Veðurstofu Íslands og hins vegar talningar úr staðbundnum hjólateljara Reykjavíkurborgar í Nauthólsvík. Bæði gagnasöfnin náðu yfir árin 2018-2023.

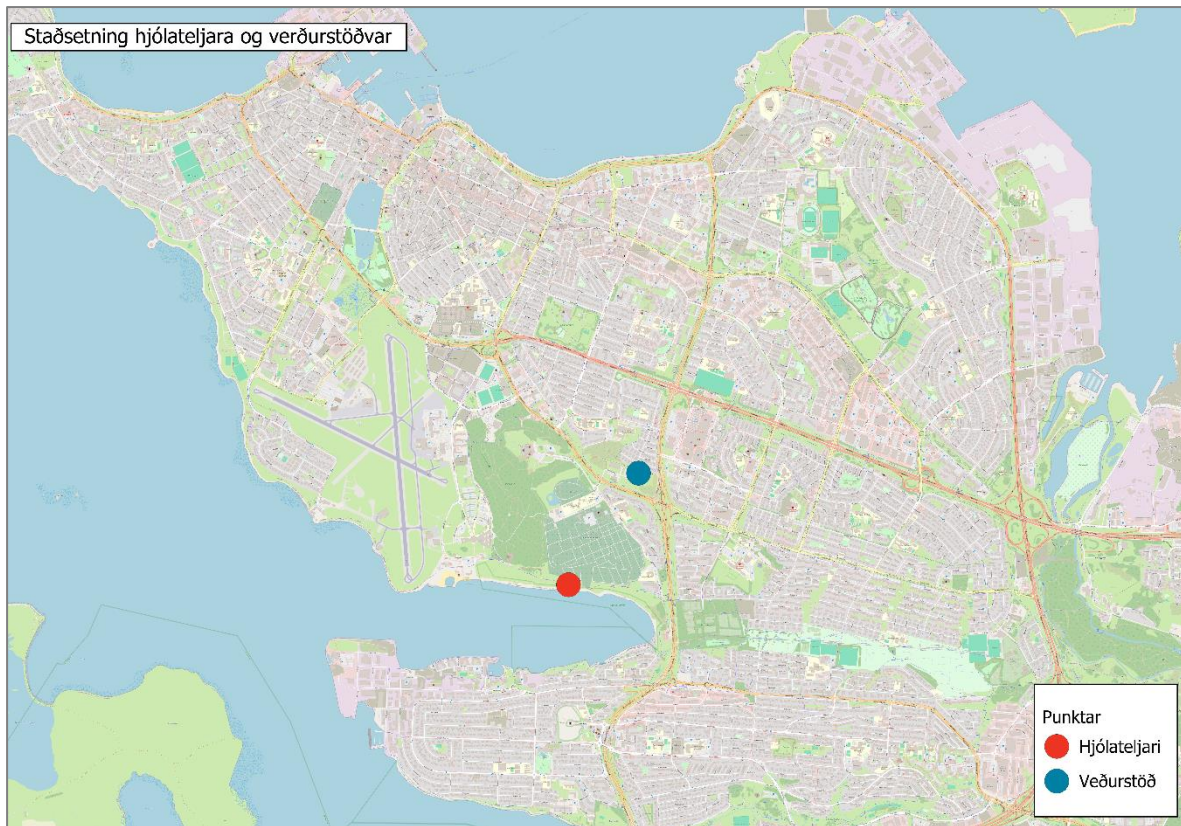
2.1 Gagnasöfn

2.1.1 Hjólateljarar

Notast var við gögn úr staðbundnum hjólateljara Reykjavíkurborgar í Nauthólsvík. Gögnin veita upplýsingar um fjölda hjóla sem fóru fram hjá teljaranum á hverju 15 mínútna bili, í sitthvora áttina. Staðsetninga teljarans má sjá á Mynd 1. Reykjavíkurborg eru með fleiri fasta hjólateljara en ákveðið var að notast eingöngu við gögn frá Nauthólsvík þar sem sá teljari eru næstur veðurstöðu Veðurstofu Íslands.

2.1.2 Veðurgögn

Veðurgögn voru fengin frá Veðurstofu Íslands frá mannaðri veðurstöð þeirra í Reykjavík. Gagnasafnið innihélt meðal annars upplýsingar um lofthita [°C], vindhraða (10 mínútna meðalgildi) [m/s], vindhviður (hæsta 3 sekúndna gildi frá síðustu mælingu) [m/s], vindátt, loftþrýsting og rakastig. Þessir þættir voru skráðir niður á 3 klst. fresti. Einnig var í gagnasafninu upplýsingar um uppsafnaða úrkomu frá síðustu mælingu, en teknar voru mælingar hvern dag kl. 9:00 og 18:00 í [mm]. Meðfram mælingunum var það skrá hvort úrkomu samanstaði af regni, snjó eða slyddu. Einnig var snjódýpt mæld kl. 9:00 þá daga þegar snjóaði. Staðsetning veðurstöðvar má sjá á Mynd 1.

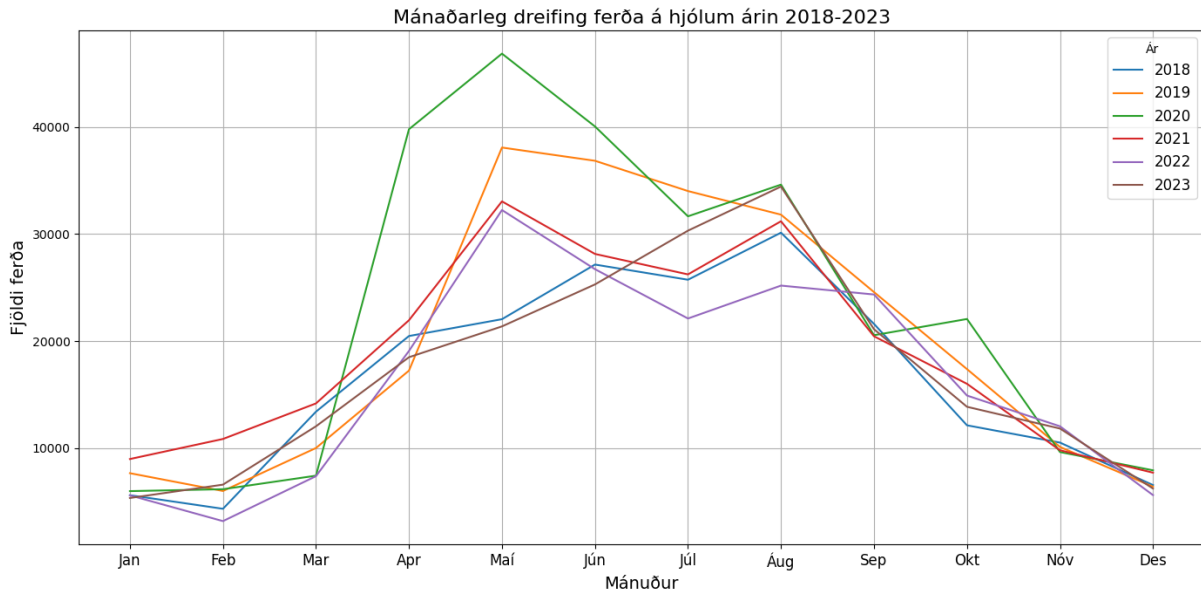


MYND 1 Staðsetning hjólateljara í Nauthólsvík og veðurstöð við Veðurstofu Íslands

2.1.3 Sameinað gagnasafn

Ákveðið var að sameinaða gagnasafnið byggði á klukkustundarbilum. Gögn úr hjólateljaranum, sem voru skráð á 15 mínútna fresti, voru lögð saman í klukkustundarbil. Veðurgögnin, sem voru skráð á þriggja klukkustunda fresti, voru einnig aðlöguð. Veðurathugun fyrir ákveðinn tíma var ekki aðeins notuð fyrir þá klukkustund sem hún tilheyrði, heldur einnig fyrir klukkustundina á undan og klukkustundina á eftir. Til dæmis var veðurathugun sem gerð var kl. 12 einnig notuð fyrir kl. 11 og kl. 13 í sameinaða gagnasafninu. Fyrir veðurþætti sem byggðust á uppsöfnun, uppsöfnuð úrkoma og snjódýft, var mæling notuð.

2.2 Forkönnun gagna

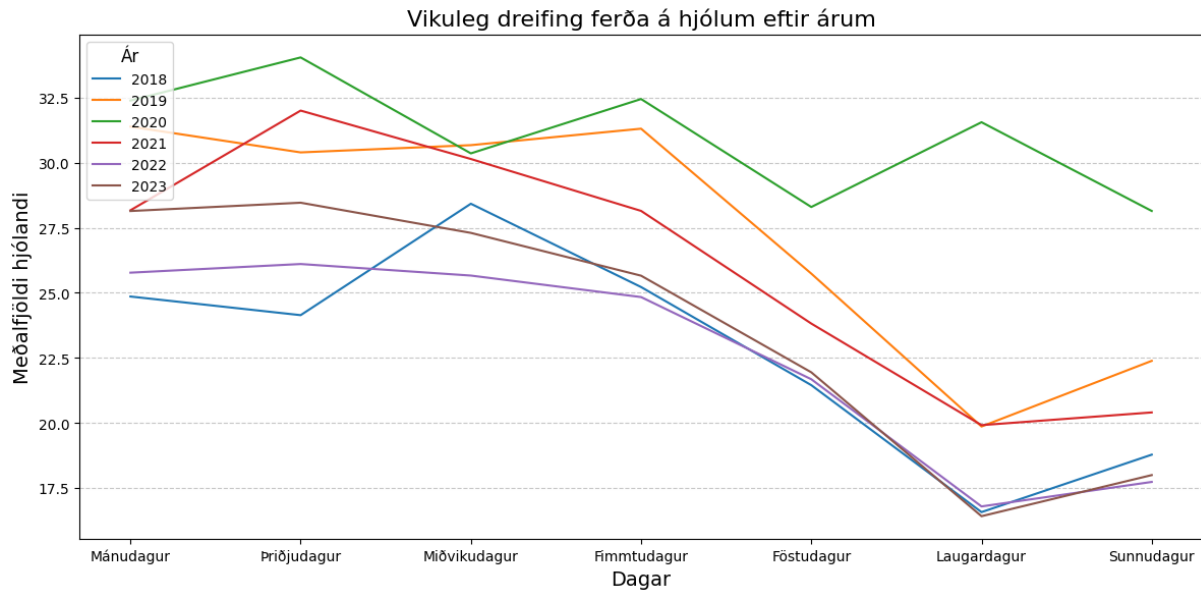


MYND 2 Mánaðarleg dreifing ferða á hjólum árin 2018-2023

Mynd 2 sýnir mánaðarlega dreifingu hjólaferða á árunum 2018 til 2023 og gefur mikilvæga innsýn í árstíðabundið mynstur hjólaferða. Á myndinni má sjá skýrar sveiflur milli mánaða, þar sem fjöldi hjólaferða er í hámarki á vor- og sumarmánuðum, sérstaklega frá maí til og með ágúst, með smá dýfu í júlí þegar margir eru í sumarfríi. Þetta má líklega rekja til betra veðurfars, lengri dagsbirtu og aukinnar þátttöku í hjólaferðum á þessum tíma ársins. Á móti eru hjólaferðir í lágmarki yfir vetrarmánuðina frá nóvember til og með mars, sem endurspeglar erfiðar veðuraðstæður og styttri dagsbirtu á þessum tíma ársins.

Þróun milli ára sýnir einnig áhugaverðar breytingar. Sérstaklega má nefna árið 2020, þar sem fjöldi hjólaferða var hærri en árin á undan yfir sumarmánuðina. Þessi aukning er væntanlega tengd áhrifum COVID-19 heimsfaraldursins, þar sem líkamsræktarstöðvar voru lokaðar vegna samkomutakmarkanna og hvatt var til aukinnar útivistar. Þrátt fyrir að grunnmynstrið haldist stöðugt milli ára, má sjá minni sveiflur í einstaka mánuðum, sem gæti gefið til kynna áhrif veðurfars eða samfélagslegra þátta.

Á heildina litið endurspeglar grafið bæði árstíðabundin og langtímamynstur í hjólaferðum. Tímabilið frá mars til september er ráðandi fyrir hjólaferðar, með verulega aukningu frá febrúar fram í maí og minnkun frá ágúst til desember. Þessi þróun gefur mikilvægar upplýsingar um hjólaferðar sem samgöngumáta og undirstrikar þörfina á að taka tillit til árstíðabundinna þátta við skipulagningu innviða fyrir hjólaferðar og stefnumótun sem miðar að því að hvetja til umhverfisvænni samgangna.



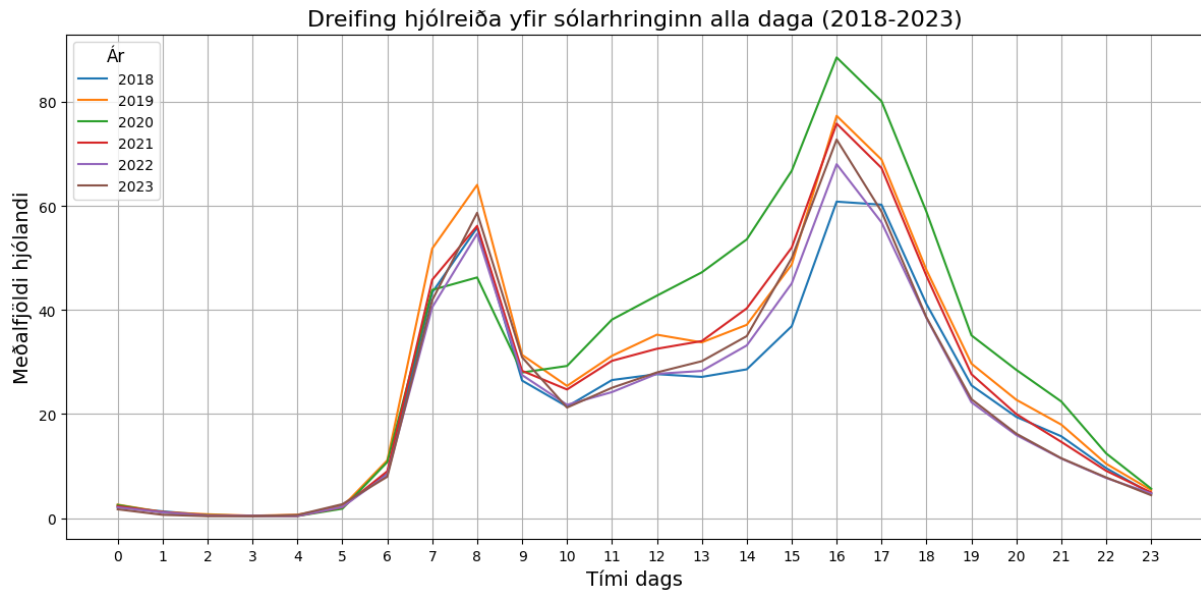
MYND 3 Vikuleg dreifing ferð á hjóli eftir árum

Mynd 3 sýnir vikulega dreifingu hjólaferða eftir dögum vikunnar yfir árin 2018 til 2023. Gögnin gefa innsýn í mynstur hjólreiða í tengslum við vinnu- og frídaga og sýna mismunandi notkun hjóls eftir vikudögum.

Á myndinni má sjá að hjólreiðar eru mestar á virkum dögum, með hámarki fyrstu fjóra daga vikunnar, og lækka svo verulega um helgar, sérstaklega á laugardögum. Þetta bendir til þess að hjólreiðar séu í miklum mæli tengdar daglegri ferðahegðun eins og í vinnu- og skólaferðum. Á virkum dögum heldur fjöldi hjólaferða sig yfirleitt í stöðugu mynstri með smávægilegum sveiflum milli ára, en árið 2020 sker sig nokkuð úr sem gæti tengst áhrifum COVID-19 heimsfaraldursins og breytingum á vinnu- og ferðavenjum.

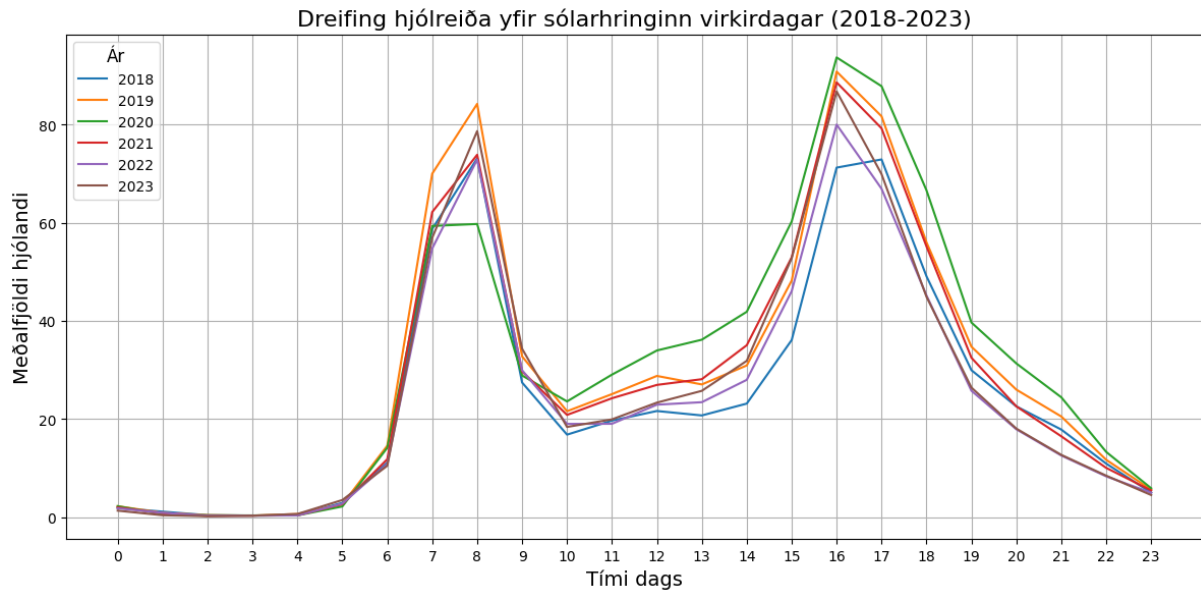
Helgar sýna miklu lægri fjölda hjólaferða. Laugardagur hefur lægsta meðalfjölda hjólreiða, sem gæti bent til þess að fólk noti önnur samgöngutæki eða eyði meiri tíma í frístundir án þess að nota hjól. Sunnudagur sýnir örlítið hærri hjólreiðatölur miðað við laugardag, sem gæti tengst útivist eða skemmtihjólreiðum.

Mynstrið gefur einnig til kynna stöðugleika milli ára fyrir flesta vikudaga, þó með nokkrum sveiflum sem gætu tengst veðri, samfélagsbreytingum eða öðrum utanaðkomandi þáttum. Í heild sinni veitir grafið mikilvægar upplýsingar um notkun hjóla eftir vikudögum og undirstrikar hlutverk hjólreiða sem samgöngumáta á virkum dögum. Þessar niðurstöður eru dýrmætar fyrir skipulagningu og stefnumótun sem styður við betri innviði og hvatningu til hjólreiða.



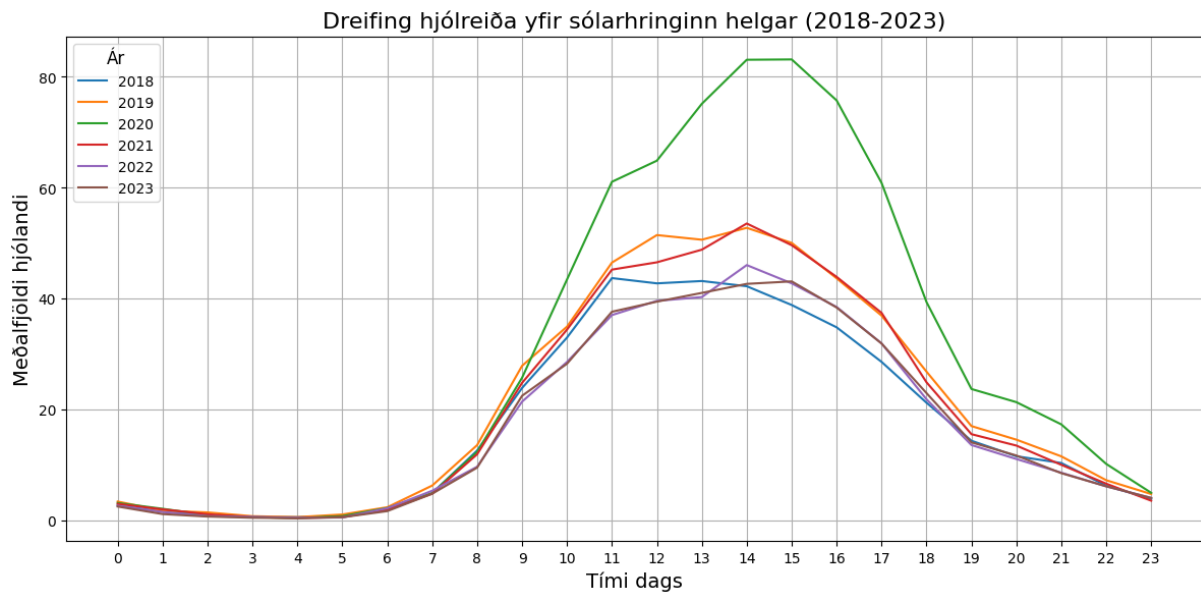
MYND 4 Dreifing hjólreiða yfir sólarhringinn alla daga (2018-2023)

Mynd 4 sýnir dreifingu hjólreiða yfir sólarhringinn alla daga ársins á tímabilinu 2018 til 2023. Tveir áberandi toppar eru á virkum dögum, að morgni frá kl. 7 til 9 og síðdegis frá kl. 15 til 18, sem endurspeglar hjólreiðar sem hluta af vinnu- og skólaferðum. Þessi dreifing er einnig sambærileg við umferð fólksbíla á höfuðborgarsvæðinu. Milli þessara toppa sést lækkun um miðjan dag, sem bendir til færri ferðalaga á þessum tíma. Seint á kvöldin og að nóttu minnkar fjöldi hjólreiða jafnt og þétt. Þetta mynstur bendir til þess að hjólreiðar séu bæði tengdar daglegri ferðahegðun og frítíma. Áhugavert er að sjá að síðdegis toppurinn hækkar þó nokkuð árið 2020, sem tengist líklegast auknum hjólreiðum í tengslum við Covid 19 heimsfaraldurinn.



MYND 5 Dreifing hjólreiða yfir sólahringinn virka daga (2018-2023)

Mynd 5 gefur sérstaka innsýn í hjólreiðamynstur á virkum dögum og sýnir svipað mynstur og Mynd 4, en með meiri áherslu á morgun- og síðdegistoppa. Hjólaferðir eru mestar að morgni þegar fólk er á leið til vinnu eða skóla, og aftur síðdegis þegar það er á heimleið. Á öðrum tímum dagsins, sérstaklega á kvöldin, er fjöldi hjólaferða minni. Á árunum 2020 og 2021 er toppurinn jafnari og lægri, sem gæti bent til breyttrar ferðahegðunar í kjölfar COVID-19 heimsfaraldursins, þar sem fleiri unnu heima eða höfðu sveigjanlegri vinnutíma. Þetta gefur einnig til kynna að síðdegistoppurinn fyrir 2020, sem sést á Mynd 5, skýrist frekar af auknum hjólreiðum um helgar en á virkum dögum.



MYND 6 Dreifing hjólreiða yfir sólarhringinn helgar (2018-2023)

Mynd 6 sýnir dreifingu hjólreiða um helgar sem er verulega ólík frá virkum dögum. Hér birtist einn skýr toppur um miðjan dag, frá kl. 12 til 15, sem bendir til þess að reiðhjól séu aðallega notuð í tengslum við frístundir og útvist um helgar. Morguntímar og kvöld eru minna notaðir til hjólreiða, sem undirstrikar að ferðamynstrið á helgum tengist meira tómsundum en ferðum tengdar atvinnu eða námi. Árið 2020 stendur upp úr með meiri fjölda hjólaferða yfir daginn, sem er líklega tengt aukinni útvist á tímum heimsfaraldursins.

Samantekið sýna þessi gögn skýrt hvernig hjólreiðar taka mið af árstíðum og ytri þáttum. Hjólaferðir ná hámarki á vor- og sumarmánuðum, einkum í frá maí til og með ágúst, þar sem betra veður og lengri dagsbirta stuðla að aukinni þátttöku. Á veturna lækka ferðatölur verulega, líklega vegna erfiðra veðurskilyrða og skammdegis. Þessi þróun, ásamt áhugaverðum breytingum eins og aukningu árið 2020 í kjölfar COVID-19, gefur mikilvægar vísbendingar um hvenær og hvernig hjólreiðar eru nýttar. Þessar upplýsingar eru gagnlegar fyrir stefnumótun og skipulagningu innviða sem miða að því að styðja við hjólreiðar bæði sem samgöngutæki og í frístundum.

3 AÐFERÐAFRÆÐI

Í þessu rannsóknarverkefni var notast við aðhvarfsgreiningu til að meta áhrif veðurþátta á fjölda hjólreiðamanna. Aðhvarfsgreining er tölfræðileg aðferð sem metur línulegt samband milli einnar háðrar breytu (fjölda hjólreiðamanna) og einnar eða fleiri óháðra breyta (veðurþátta eins og hitastigs, vindhraða, úrkomu og snjódýptar). Markmið aðhvarfsgreiningarinnar er að ákvarða hversu mikil áhrif hver veðurþáttur hefur á fjölda hjólreiðamanna og hversu vel líkanið útskýrir dreifni í gögnunum.

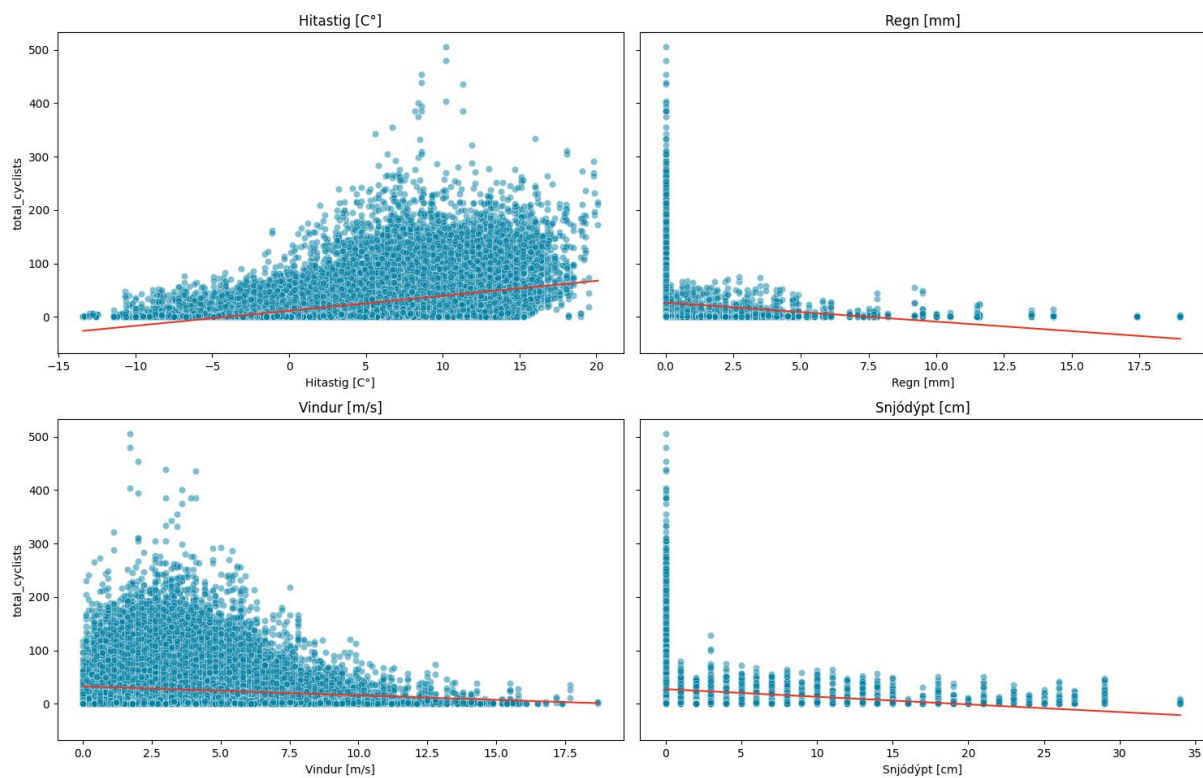
Til að framkvæma greininguna var notast við Python og pakkann statsmodels. Statsmodels-pakkinn var notaður til að smíða línulegt aðhvarfslíkan með eftirfarandi skrefum:

1. **Úrvinnsla gagna:** Gagnasafnið var hreinsað og undirbúið með því að velja háðu breytuna (*fjöldi hjólreiðamanna*) og óháðu breytur (*hitastig, vindhraða, úrkomu og snjódýpt*). Vetrargögn, gögn fyrir helgar og háannatíma voru einangruð sérstaklega til að greina tímabundna muninn á áhrifum veðurs.
2. **Smíði líkans:** Aðhvarfslíkan var skilgreint með því að bæta við skurðpunkti (constant) með fallinu `sm.add_constant()` til að ná fram skurðpunkti í greiningunni. Líkanið var síðan keyrt með `sm.OLS()`-aðferðinni úr statsmodels-pakkans, sem notar aðferð minnstu ferninga til að ákvarða besta línulega fallið sem lýsir gögnunum.
3. **Túlkun stuðla og niðurstaðna:** Aðhvarfsgreiningin skilaði stuðlum fyrir hverja óháða breytu. Jákvæðir stuðlar sýna jákvæð áhrif á háðu breytuna (fjölda hjólreiðamanna), en neikvæðir stuðlar benda til minnkandi áhrifa. Einnig var skoðað **R-squared** gildi, sem sýnir hversu stór hluti breytileika í gögnunum er útskýrður af veðurþáttunum.
4. **Myndræn framsetning:** Til að styðja við túlkun niðurstaðna voru teiknuð dreifirit (scatter plots) með línulegum aðhvarfslínum til að sýna sambandið á milli fjölda hjólreiðamanna og einstakra veðurþátta.

Aðferðin gerði mögulegt að greina og bera saman áhrif veðurþátta á mismunandi tímabilum, eins og alla daga, vetrardaga, háannatíma og helgar. Statsmodels-pakkinn veitti bæði tölfræðilega niðurstöðu (t-próf, p-gildi) og mat á líkönunum (R-squared og AIC gildi), sem var notað til að meta skýrleika og hagkvæmni líkananna.

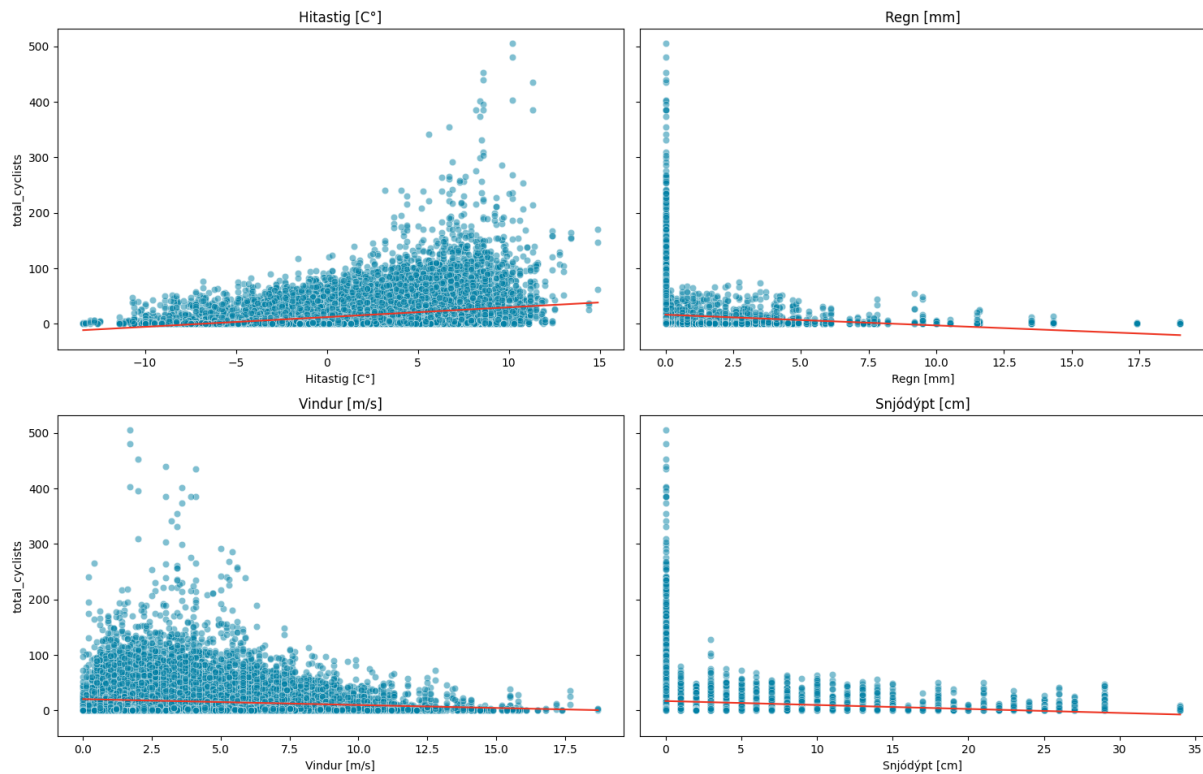
4 NIÐURSTÖÐUR

Mynd 7 og Mynd 8 sýna sambandið á milli fjölda hjólreiðamanna og fjögurra veðurþátta – hitastigs, úrkomu, vindhraða og snjódýptar. Mynd 7 tekur til allra daga í gagnasafninu, en Mynd 8 sýnir sömu breytur takmarkaðar við vetrardaga. Með því að bera saman þessar myndir má sjá hvernig veðurþættir hafa mismikil áhrif eftir árstíðum.



MYND 7 Dreifing fjölda hjólreiðamanna í tengslum við veðurþætti – Allir dagar

Í báðum myndunum er jákvæð fylgni milli hitastigs og fjölda hjólreiðamanna, en áhrifin eru minni á vetrardögum. Á fyrri myndinni fjölga hjólreiðamönnum hratt eftir því sem hitastig hækkar, sérstaklega þegar hitinn fer yfir 5°C. Á seinni myndinni er dreifingin þéttari við lægra hitastig og áhrif hitastigs greinilega minni. Flest gildi eru fyrir ofan frostmark, sem bendir til að hjólreiðar dragast saman í köldu vetrarveðri. Hitastig er því lykilorð í hjólreiðum allt árið, en áhrif þess minnka í krefjandi aðstæðum að vetri.



MYND 8 Dreifing fjölda hjólreiðamanna í tengslum við veðurþætti – Vetrardagar

Úrkoma hefur neikvæð áhrif í báðum myndunum, þar sem fjöldi hjólreiðamanna minnkar hratt við aukna úrkomu. Í fyrri myndinni er ljóst að hjólreiðamenn forðast að hjóla þegar úrkoma er meiri en 5 mm. Á vetrardögum eru áhrif úrkomu enn sterkari, og jafnvel lítil úrkoma dregur úr fjölda hjólreiðamanna. Þetta bendir til þess að blautt veður, í bland við kulda, sé sérstaklega fælandi að vetri.

Vindhraði hefur einnig neikvæð áhrif á fjölda hjólreiðamanna. Í fyrri myndinni sést að áhrif vinds aukast jafnt og þétt þegar vindhraði fer yfir 5 m/s. Á vetrardögum eru áhrifin greinilegri og enn færri kjósa að hjóla í sterkum vindi. Þetta sýnir að vindur er mikilvægur hamlandi þáttur, sérstaklega í kaldari aðstæðum, þegar kuldinn magnar áhrif vindsins.

Snjódýpt hefur neikvæð áhrif, sérstaklega í seinni myndinni sem sýnir vetrardaga. Í fyrri myndinni sést að snjór hefur takmörkuð áhrif á heildardagana, þar sem snjódýpt er sjaldgæf utan vetrar. Á vetrardögum er sambandið hins vegar mjög skýrt; þegar snjódýpt fer yfir 5 cm fækkar hjólreiðamönnum verulega og við meiri snjódýpt eru hjólreiðar nær engar. Þetta bendir til þess að snjór og hálka séu stór hindrun fyrir hjólreiðafólk að vetri.

Niðurstöðurnar sýna að veðurþættir hafa mismikil áhrif á hjólreiðar allt árið og að vetri. Hitastig er áfram mikilvægasti jákvæði þátturinn, en áhrif þess minnka í kulda. Úrkoma og vindur hafa neikvæð áhrif allt árið, en áhrifin eru sterkari að vetri. Snjódýpt er hins vegar sérstaklega fælandi á vetrardögum, þar sem jafnvel lítil snjóþekja dregur úr hjólreiðum.

Til að greina betur áhrif veðurbátta á notkun hjólreiða voru framkvæmdar 6 aðfallsgreingar á mismunandi tímabilum og hluta gagnasafnsins. Aðfallsgreiningarnar byggðust á eftirfarandi tímabilum:

- Allir dagar í gagnasafninu
- Allir vetrardagar í gagnasafninu
- Háannatímar
- Háannatímar að vetri
- Helgar
- Helgar að vetri

Vetur var skilgreindur sem þeir mánuðir sem Veðurstofa Íslands skilgreinir sem vetur og haust, það eru mánuðirnir október til og með mars. Háannatími var skilgreindur á milli 6-10 og 15-19 alla virka daga. Hér fyrir neðan verður svo fjallað um niðurstöður aðfallsgreingarinnar sem og hentugleika hennar að meta áhrifaþætti á fjölda hjólreiða.

Taflan sýnir líkön sem meta tengsl veðurbátta við fjölda hjólreiðamanna yfir mismunandi tímabil og aðstæður. Niðurstöðurnar eru birtar með fjórum mælikvörðum: R-squared, Adjusted R-squared, AIC og Fjöldi athugana .

- **R-squared:** Mælir hversu stór hluti breytileika á fjölda hjólreiðamanna er skýrður af veðurbáttum í hverju líkani. Hærra gildi R-squared þýðir betri skýringu.
- **Adjusted R-squared:** Tekur tillit til fjölda breyta í líkaninu og refsar fyrir óþarfa flækjustig. Þetta gefur raunsærri mynd af því hversu vel líkanið útskýrir gögnin.
- **AIC (Akaike Information Criterion):** Mælir líkindaþátt líkana og refsar fyrir flókin líkön. Lægra AIC gildi bendir til betra líkans.
- **Fjöldi athugana:** Fjöldi athugana sem eru notaðar í hverju líkani.

TAFLA 1 Samanburður á líkönum varðandi R-squared, Adj. R-squared, AIC og fjöldi athuganna.

LÍKAN – TÍMABIL	R-SQUARED	ADJ. R-SQUARED	AIC	FJÖLDI ATHUGANNA
Allir dagar	0,166	0,166	435.300	43.786
Allir vetrar dagar	0,094	0,094	190.600	21.826
Háannatímar	0,301	0,301	106.100	10.421
Háannatímar að vetri	0,236	0,235	47.210	5.189
Allar helgar	0,174	0,174	123.300	12.523
Helgar að vetri	0,115	0,114	52.450	6.256

Veðurbættir virðast geta skýrt 16,6% af breytileika í fjölda hjólreiðamanna yfir allt árið samkvæmt líkaninu fyrir alla daga í gagnasetinu (R-squared = 0,166). Þetta er stærsta gagnasafnið með 43.786 athuganir, sem skýrir hátt AIC-gildi (435.300). Þetta líkan gefur almenna mynd af tengslum veðurs við hjólreiðar óháð árstíðum og vikum, en lægra skýringarhlutfallið bendir til þess að aðrir þættir en veður hafi einnig mikið vægi.

Á vetrardögum skýra veðurbættir 9,4% af fjölda hjólreiðamanna (R-squared = 0,094). Þetta er lægsta skýringarhlutfallið fyrir almenna daga og bendir til þess að hjólreiðar að vetri séu háðar fleiri þáttum,

eins og færð, birtu og öðrum aðstæðum. Með 21.826 athuganir og AIC-gildi 190.600 er þetta líkan sérhæft fyrir vetraraðstæður en með tiltölulega lágri skýringu.

Veðurþættir virðast mögulega skýra 30,1% af fjölda hjólreiðamanna á háannatímum yfir árið (R-squared = 0,301). Þetta endurspeglar hversu mikilvæg hjólreiðar eru sem samgöngumáti í reglubundnum daglegum ferðum og hvernig veðurskilyrði hafa áhrif á hjólreiðamynstur. Með 10.421 athuganir og AIC-gildi 106.100 gefur líkanið góða innsýn í tengsl veðurs við hámarksnotkun hjólreiða yfir árið.

Á háannatímum að vetri lækkar skýringarhlutfallið í 23,6% (R-squared = 0,236). Þetta bendir til þess að veðurþættir hafi enn marktæk áhrif á hjólreiðar, en aðrir þættir, eins og samgöngurútínur og færð, skipta einnig miklu máli. Með aðeins 5.189 athuganir og AIC-gildi 47.210 er líkanið einfalt en mikilvægt til að skilja hegðun hjólreiðamanna við krefjandi vetraraðstæður á álagstímum.

Um helgar skýra veðurþættir 17,4% af fjölda hjólreiðamanna (R-squared = 0,174). Þetta lægra skýringarhlutfall sýnir að hjólreiðar um helgar eru óreglulegri og síður háðar veðurskilyrðum samanborið við háannatíma. Með 12.523 athuganir og AIC-gildi 123.300 bendir líkanið til meiri breytileika í frístundahjólreiðum, þar sem veður er aðeins einn af mörgum þáttum sem hafa áhrif.

Á vetrar helgum er skýringarhlutfallið lægst í töflunni, aðeins 11,5% (R-squared = 0,115). Þetta bendir til þess að veðurþættir hafi minnst áhrif á hjólreiðar á þessum tíma, þar sem hegðunin er líklega háð öðrum þáttum, svo sem frístundavenjum og færð. Með 6.256 athuganir og AIC-gildi 52.450 er þetta einfaldasta líkanið í töflunni, en það veitir engu að síður mikilvæga innsýn í takmörkuð áhrif veðurs á hjólreiðar að vetrarlagi um helgar.

Samantekið sýna niðurstöður töflunnar að veðurþættir hafa mismikil áhrif á hjólreiðar eftir tímabilum. Mest áhrif eru á háannatímum yfir árið, þar sem R-squared er 0,301, en lækkar að vetri niður í 0,236. Vetrardagar og vetrarhelgar hafa lægsta skýringarhlutfallið, sem bendir til þess að fleiri utanaðkomandi þættir hafi áhrif á hjólreiðar þegar veðurskilyrði eru krefjandi

Tafa 2 sýnir niðurstöður úr t-testi fyrir áhrif veðurfræðilegra þátta í aðfallsgreiningunum sem framkvæmdar voru og hvort þeir hefðu tölfræðileg marktæk áhrif. Má sjá að allir þættirnir eru marktækir nema úrkoma í aðfallsgreiningu fyrir háannatíma og snjódýpt fyrir allar helgar.

TAFLA 2 Niðurstöður úr t-testi varðandi tölfræðilegri marktækni hvers þáttar.

BREYTUR	ALLIR DAGAR	ALLIR VETRARDAGAR	HÁANNATÍMI	HÁANNATÍMAR AÐ VETRI	ALLAR HELGAR	HELGAR AÐ VETRI
Hitastig (C°)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vindur (m/s)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Úrkoma (mm)	0,000	0,000	0,111	0,000	0,007	0,000
Snjódýpt (cm)	0,039	0,000	0,000	0,000	0,673	0,000

Tafla 3 sýnir áhrif fjögurra veðurþátta – hitastigs, vinds, úrkomu og snjódýptar – á fjölda hjólreiðamanna yfir mismunandi tímabil: alla daga, alla vetrardaga, á háannatímum, háannatímum að vetri, um helgar og helgar að vetri. Niðurstöðurnar sýna að veður hefur mismikil áhrif eftir tímabilum, bæði með tilliti til skýringarhlutfalls og styrks einstakra veðurþátta.

TAFLA 3 Áhrif fjögurra veðurþátta – hitastigs, vinds, úrkomu og snjódýptar – á fjölda hjólreiðamanna

BREYTUR	ALLIR DAGAR	ALLIR VETRARDAGAR	HÁANNATÍMI	HÁANNATÍMAR AÐ VETRI	ALLAR HELGAR	HELGAR AÐ VETRI
Hitastig (C°)	2,70	1,20	4,30	2,52	2,68	1,17
Vindur (m/s)	-1,87	-1,32	-3,53	-2,68	-1,85	-1,33
Úrkoma (mm)	-0,21	-0,49	-0,74*	-0,72	-0,70	-0,70
Snjódýpt (cm)	-0,17	-0,32	-0,81	-0,75	-0,05*	-0,22

*þáttur var ekki tölfræðilega marktækur ($p > 0,05$)

Hitastig hefur sterkustu jákvæðu áhrifin á háannatímum yfir árið, þar sem hver aukning um eina gráðu eykur fjölda hjólreiðamanna um 4,3. Þessi áhrif minnka að vetri, bæði á háannatímum (2,52) og um helgar (1,17), sem sýnir að kaldara veður dregur úr fjölda hjólreiðamanna, þó hitastig hafi enn marktæk jákvæð áhrif. Almennt séð eru áhrif hitastigs minni að vetri samanborið við aðra daga, þar sem fjöldi hjólreiðamanna er minni og veðurskilyrði óhagstæðari.

Vindur hefur sterkustu neikvæðu áhrifin í háannatímum, sérstaklega yfir árið, þar sem aukinn vindhraði dregur úr hjólreiðum um 3,53 einingar. Á veturna eru áhrif vinds enn marktæk, en minni, með stuðulinn -2,68. Um helgar eru áhrifin almennt veikari en á háannatímum; yfir árið eru þau -1,85 og að vetri -1,33. Þetta sýnir að vindur hefur mest áhrif þegar fólk hjólar í samgönguskyni á ákveðnum tímum, á meðan hjólreiðamenn um helgar virðast þola meiri vind í frístundahjólreiðum.

Úrkoma hefur neikvæð áhrif á hjólreiðar á öllum tímabilum, en áhrifin eru mismikil. Á háannatímum yfir árið eru áhrifin -0,74 en er samt tölfræðilega ómarktækt. Fyrir önnur tímabil eru áhrif rigningar marktæk. Fyrir háannatíma að vetri eru áhrifin -0,72 og bendir til þess að rigning hafi marktæk áhrif, sérstaklega þegar fólk þarf að ferðast í vinnu eða skóla að vetri. Um helgar eru áhrif úrkomu stöðug, bæði yfir árið og að vetri, með stuðulinn -0,70. Þegar öll gögn eru skoðuð er úrkoma hins vegar með minni áhrif yfir árið (-0,21), sem sýnir að úrkoma hefur meiri áhrif í sértækari tímabilum, eins og háannatímum eða vetrarmánuðum.

Snjódýpt hefur einnig mismikil áhrif eftir tímabilum. Á háannatímum yfir árið hefur snjór sterkustu áhrifin, með stuðulinn -0,81, sem endurspeglar hversu miklar truflanir snjór skapar fyrir samgönguhjólreiðar. Að vetri eru áhrifin einnig marktæk, bæði á háannatímum (-0,75) og um helgar (-0,22). Hins vegar eru áhrif snjódýptar ómarktæk yfir allar helgar yfir árið (-0,05), sem sýnir að léttur snjór stoppar ekki endilega frístundahjólreiðar. Snjór hefur því mest áhrif á háannatímum þegar fólk hjólar í og úr vinnu eða skóla.

Í þessar rannsókn eru niðurstöður settar fram á þann hátt að veðurþættir útskýri ákveðinn hluta af fjölda ferða á hjóli (R-squared). Hins vegar gafst ekki frekari tími til rannsókna og einnig bauð gagnasafnið ekki upp á það að bæta við fleiri þáttum í aðfallsgreininguna. Ef það hefði verið hægt hefði

Það mögulega haft áhrif á útskýringarlutfall veðurþátta á fjölda hjólandi. Er því enn þörf á frekari rannsóknum til að staðfesta niðurstöður þessa verkefnis.

Samantekið sýna niðurstöðurnar að veðurþættir hafa mest áhrif á háannatímum og á vetrardögum, þar sem hitastig, vindur og snjór spila lykilhlutverk. Um helgar eru áhrif veðurs minni og hjólreiðar sveigjanlegri, þar sem fólk hjólar frekar í frístundum og virðist að einhverju leyti þola léttari veðurtruflanir. Þessi niðurstaða undirstrikar mikilvægi þess að huga sérstaklega að rekstri og viðhaldi hjólaleiða á háannatímum og í vetrarveðri, eins og snjómokstri, hálkuvörnum og vindvörðum stígum. Á sama tíma mætti hvetja til vetrarhjólreiða um helgar með til dæmis skipulögðum viðburðum, þar sem veður hefur minni hamlandi áhrif í þessum tilfellum. Með markvissum úrbótum er hægt að auka hjólreiðar jafnt í samgönguskyni og í frístundum, óháð veðurskilyrðum.

5 UMRÆÐA OG LOKAORÐ

Þetta rannsóknarverkefni sýnir að það er til fylgni milli veðurfars og fjölda hjólreiðamanna í Reykjavík og að áhrifin eru breytileg eftir árstíðum og tímabilum. Með því að nýta gögn úr hjólateljara og veðurstöð tókst að greina hvernig veðurþættir eins og hitastig, vindhraði, úrkoma og snjódýpt hafa áhrif á hjólreiðar.

Hitastig reyndist vera sá veðurþáttur sem hefur sterkustu jákvæðu áhrifin á fjölda hjólreiðamanna, sérstaklega á háannatímum yfir árið. Þegar hitastig hækkar fjölgar hjólreiðamönnum, sem endurspeglar hvernig góð veðurskilyrði auka hvata til hjólreiða. Á veturna eru áhrif hitastigs minni, sem sýnir þeir sem kjósi að hjóla á veturnar láta hitasveiflur milli daga hafa minni áhrif á sig og eru betur undirbúin til að takast á við kuldann.

Vindhraði virðist samt hafa sterkustu neikvæðu áhrifin á háannatímum, sérstaklega yfir árið, þar sem vindur virðist hafa neikvæð áhrif á daglegar samgönguhjólreiðar. Á veturna eru áhrif vinds enn til staðar en minni, sem gefur vísbendingar um að færri kjósi að hjóla þegar kuldi og vindur magnast saman. Um helgar eru áhrif vinds almennt veikari, sem bendir til þess að frístundahjólreiðar séu sveigjanlegri gagnvart vindi.

Úrkoma hefur stöðug neikvæð áhrif allt árið, en áhrifin eru sterkari á háannatímum og vetrardögum. Rigning dregur sérstaklega úr hjólreiðum þegar fólk ferðast í vinnu eða skóla og er háð föstum tímum. Á vetrarhelgum eru áhrif úrkomu hins vegar svipuð og yfir árið, sem gæti tengst frístundatengdum hjólreiðum sem eru síður háðar nauðsynlegum ferðum (í og úr vinnu og skóla).

Snjódýpt hefur afgerandi neikvæð áhrif, sérstaklega á háannatímum og vetrardögum, þar sem jafnvel lítil snjóþekja dregur verulega úr fjölda hjólreiðamanna. Þetta sýnir mikilvægi þess að tryggja góða vetrarþjónustu, svo sem snjómokstur og háлкуvarnir, til að draga úr áhrifum snjóþyngdar á samgönguhjólreiðar. Á helgum yfir árið virðast áhrif snjódýptar hins vegar ómarktæk, sem bendir til þess að léttur snjór stoppi ekki endilega frístundahjólreiðar.

Samantekt niðurstaðna sýnir að áhrif veðurs eru mest á háannatímum og vetrardögum, þegar fólk hjólar í samgönguskyni. Um helgar eru áhrif veðurs minni, þar sem hjólreiðar tengjast frekar frístundum og útivist. Á veturna hafa fleiri þættir áhrif á hjólreiðar, eins og snjóþekja og færð, sem takmarkar notkun hjóla enn frekar.

Niðurstöður þessarar rannsóknar veita mikilvægar upplýsingar fyrir bæjarfélög og skipuleggjendur um hvernig bæta má aðstæður fyrir hjólreiðar. Með því að leggja áherslu á vetrarþjónustu, eins og snjómokstur og háлкуvarnir á helstu hjólaleiðum, er hægt að draga úr hindrunum sem snjódýpt og kuldi skapa. Að sama skapi gætu betri vind- og veðurvarin hjólaleiðakerfi dregið úr neikvæðum áhrifum vinds og úrkomu.

Til að auka notkun hjólreiða sem samgöngumáta og í frístundum er einnig mikilvægt að huga að árstíðabundnum lausnum og hvötum fyrir vetrarhjólreiðar. Betri skipulagning hjólainnviða, auk vitundarvakningar um hjólreiðar í mismunandi veðurskilyrðum, gæti leitt til aukinnar þátttöku allt árið.

Þessar niðurstöður sýna að veðurskilyrði eru mikilvægur þáttur í hjólreiðum, en með réttum aðgerðum og skipulagi geta borgir eins og Reykjavík unnið markvisst að því að bæta aðstæður og stuðla að umhverfissvænni samgöngum með því að gera hjólreiðar aðgengilegri og öruggari í öllum veðrum og árstíðum.