

Notagildi trjástafs til að meta gróðureldahættu

Elísabet Þórdís Hauksdóttir
Guðrún Nína Petersen

Notagildi trjástafs til að meta gróðureldahættu

Elísabet Þórdís Hauksdóttir
Guðrún Nína Petersen

LYKILSÍÐA

Skýrsla nr. 2023-008	Dags. Október 2023	ISSN 1670-8261	Dreifing: Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>
			Skilmálar:
Heiti skýrslu: Notagildi trjástafs til að meta gróðureldahættu			Upplag: Rafræn útgáfa Fjöldi síðna: 60 Framkvæmdastjóri sviðs: Matthew James Roberts
Höfundar: Elísabet Þórdís Hauksdóttir og Guðrún Nína Petersen			Verkefnisstjóri: Guðrún Nína Petersen Verknúmer: 3312./Úrv veðurtengdra gagna
Gerð skýrslu/verkstig: Lokaskýrsla			Málsnúmer: 2023-0054
Unnið fyrir: Verkefni styrkt af Nýsköpunarsjóði námsmanna			
Samvinnuaðilar:			
Útdráttur: Gróðurþekja hefur aukist á Íslandi og með aukinni gróðurframleiðslu, minni beit og aukinni útbreiðslu skóga eykst hættan á gróðureldum á Íslandi. Gróðureldatímabil á Íslandi er að jafnaði á vorin og snemmsumars, áður en gróður tekur við sér. Trjástafur er mælir sem á að líkja eftir gróðri og mælir raka- og hitastig. Hann er samsettur úr furustaf og styttri 10-tíma eldsmatshitastaf. Með trjástafnum á því að vera hægt að meta raka- og hitastig eldsmats. Þrír mælar hafa verið í rekstri á suðvestanverðu landinu á síðastliðnum árum. Er þetta í fyrsta skiptið sem gögnin eru skoðuð í samhengi og notagildi þeirra kannað. Frumskoðun á gögnunum sýnir að gögnin eru áreiðanleg. Rakinn í trjástafnum er í jákvæðni fylgni við úrkomu, þ.e. hægt er að greina þurr og rök tímabil. Munur sést á gögnum úr tveim mælum á sama tímabil, líklega vegna staðsetningar mælanna, annar undir/inn í sinu en hinn yfir gróðri. Niðurstöður benda til að hægt sé að nýta gögnin til að meta gróðureldahættu. Þetta verkefni er nýsköpunarverkefni þar sem þetta er í fyrsta skiptið sem gögn úr trjástöfunum eru skoðuð hérlandis og er verkefnið styrkt af Nýsköpunarsjóði námsmanna.			
Lykilorð: Veðurmælingar, trjástafur, hiti, raki, gróðureldar, gróðureldahætta		Undirskrift framkvæmdastjóra sviðs: 	
		Undirskrift verkefnisstjóra: 	
		Yfirfarið af: TJ	

Efnisyfirlit

1 Inngangur	9
2 Gróðureldar	11
2.1 Hvað er gróðureldur?.....	11
2.2 Áhrif veðurs á gróðurelda	12
Hiti	12
Vindur	12
Raki	12
Frost	13
Úrkoma	13
Stöðuleiki lofta	13
3 Mælitæki	15
3.1 Hvað er trjástafur?.....	15
3.2 Aðrar aðferðir	15
4 Veðurgögn	17
4.1 Staðsetning trjástafs.....	17
5 Aðferðir	20
5.1 Hreinsun	20
5.2 Val tímabila	20
5.3 Hvað er best að skoða?.....	21
6 Niðurstöður	22
6.1 Sértilfelli.....	34
Maí 2021: Þurrviðri en með stökum úrkomudögum	34
4. maí 2021 - Gróðureldar í Heiðmörk	40
Maí 2021 - Gróðureldar í Fagradalsfjalli	43
Júlí 2023	43
7 Umræður	48
Heimildir	49
Viðauki I Árstíðaskipt skotrit	49
Viðauki II Skortur á rakagögnum úr trjástaf	55

Myndaskrá

1	Meðalgróðurbreyting á Íslandi 1982-2010.	9
2	Gróðureldar við Fagradalsfjall.	12
3	Hegðun reyks í mismunandi aðstæðum.	14
4	Uppstilling trjástafs.	15
5	Staðsetning trjástafa á Íslandi.	17
6	Ljósmyndir af trjástöfum.	18
7	Skotrit mælinga í loft og trjástaf.	23
8	Húsafell: Daggildi á árunum 2018 og 2021.	25
9	Þingvellir: Daggildi árið 2021.	26
10	Húsafell: Árstíðarsveifla 2016–2021.	27
11	Húsafell: Dægursveifla í maí 2016-2021, raki í lofti.	28
12	Húsafell: Dægursveifla í maí 2016–2021, raki í trjástaf.	28
13	Húsafell: Dægursveifla í maí 2016–2021, raki í trjástaf skoðaður nánar. ...	29
14	Húsafell: Dægursveifla í maí 2016-2021 loftraki og raka í trjástaf.	30
15	Húsafell: Dægursveifla í maí 2016–2021, lofthiti.	31
16	Húsafell: Dægursveifla í maí 2016–2021, hiti í trjástaf.	31
17	Húsafell: Dægursveifla í maí 2016–2021 - Loft og trjástafur.	33
18	Skotrit af raka í maí 2021.	34
19	Skotrit af hita í maí 2021.	35
20	Húsafell: Dagsmeðaltöl í maí 2021.	36
21	Þingvellir og Skorradalur: Dagsmeðaltöl í maí 2021.	37
22	Uppsöfnuð úrkoma í maí 2021.	38
23	Þingvellir: Uppsöfnuð úrkoma í lok maí 2021.	39
24	Rakastig í trjástaf í lok maí 2021.	40
25	Uppsöfnuð úrkoma í apríl 2021.	41
26	Húsafell: Dagsmeðaltöl í apríl 2021.	41
27	Þingvellir og Skorradalur: Dagsmeðaltöl í apríl 2021.	42
28	Þingvellir: Uppsöfnuð úrkoma sumar 2023.	43
29	Húsafell: Dagsmeðaltöl í júní og júlí 2023.	45
30	Þingvellir: Dagsmeðaltöl í júní og júlí 2023.	46

Töfluskrá

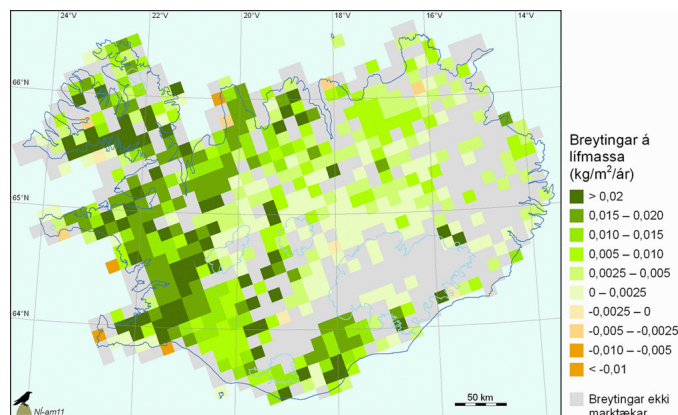
1	Mælingar á veðurstöðvum.....	19
2	Trjástafir, upphaf og virkni.	20
3	Hallatala bestu línu og fylgnistuðull í hitastigi.	24
4	Hallatala bestu línu og fylgnistuðull í rakastigi.	24
5	Húsafell:Tímasetning há- og lággilda í raka lofts og trjástafs.	30
6	Lofthiti í maí 2021.	35
7	Trjástafshiti í maí 2021.....	35

1 Inngangur

Óumdeilt er að jörðin er að hlýna. Mælingar hafa sýnt að lofthjúpurinn og höfin hafa hlýnað. Loftslagsbreytingar líkt og þessar hafa margvísleg áhrif á jörðina og sýnir fjöldi rannsókna að þær hafi að jafnaði frekar neikvæð áhrif á jarðrækt heldur en jákvæð. Einnig hafa loftslagsbreytingar áhrif á öfga í veðurfari, svo sem flóð, þurrka, fellibyli, hitabylgjur og gróðurelda. Rannsóknir benda til að úrkoma á úrkomusömum svæðum muni aukast en það dragi úr úrkomu á úrkomulitlum svæðum (Halldór Björnsson ofl., 2018).

Veðurfar á Íslandi hefur tekið talsverðum breytingum síðustu ár. Það hefur hlýnað verulega á landinu frá því að samfelldar mælingar hófust, eða um $0,8^{\circ}\text{C}$ á öld. Einnig hefur úrkoma á landinu aukist síðustu ár eða um 100-200 mm/ár og talið er að úrkoma muni aukast með áframhaldandi hlýnun. Líklegast þykir að hlýnunin muni verða meira að vetri en að sumri og muni það nema um helming af hlýnuninni á ársgrundvelli. Einnig er talið að hlýnunin verði meiri á norðanverðu landinu en sunnan. Ein afleiðing er að gróður kann að fara fyrr af stað á vorin og að hann vaxi betur heldur en hann gerði áður fyrr (Halldór Björnsson ofl., 2018).

Gróðurþekjan hefur aukist á Íslandi (sjá mynd 1) og tekið breytingum með hlýnandi veðurfari, skógrækt og minni beit (Martha Reynold ofl., 2015). Með aukinni gróðurframleiðslu, minnkandi beit og aukinni útbreiðslu skóga eykst hættan á gróðureldum. Gróðureldar á Íslandi eru algengastir síðla veturs og fram á vor, áður en gróðurinn hefur tekið við sér. Á síðustu árum hefur einnig gróðureldar kviknað að sumarlagi. Í Húsafelli, á Þingvöllum og við Skorradalsvatn hafa verið settir upp tundurakamælur sem hér kallast trjástafir (e. Fuel Moisture Sensor) til að meta gróðurraka.



Mynd 1. Meðalbreyting á gróðurlífmassa [$\text{kg}/\text{m}^2/\text{ár}$] á Íslandi 1982-2010. Grænn litur sýnir aukningu í gróðri (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2011).

Mikil umræða hefur skapast um þá staði á Íslandi þar sem sumarhúsabyggð er í óáreittum skógum með fáum flóttaleiðum sem er víða á Vestur- og Suðurlandi, t.d. í Skorradal

og Grímsnesi. Stór hluti af sumarhúsum á Íslandi eru í slíkum byggðum og eru tæplega 15 þúsund sumarhús hérlendis samkvæmt fasteignaskrá HMS, þar af 7849 (52%) á Suðurlandi og 3085 (21%) á Vesturlandi (HMS, 2023a). Mikið hefur verið rætt um hvernig skuli fara að rýmingu þessara svæða á sem skemmstum tíma ef eldur kviknar. Mikilvægt er að hægt sé að senda út aðvaranir þegar gróðureldahætta er mikil svo hægt sé að gera auknar ráðstafanir. Raunin er að flestir gróðureldar á Íslandi orsakast af íkveikju, þ.e. að farið sé óvarlega með eld (Þróstur Þorsteinsson, 2014). Hér verður skoðað hvernig hægt sé að nýta trjástafi til að meta hættu á gróðureldum.

Þetta verkefni er nýsköpunarverkefni þar sem þetta er í fyrsta skiptið sem gögn úr trjástöfunum eru skoðuð hérlendis og er verkefnið styrkt af Nýsköpunarsjóði námsmanna.

2 Gróðureldar

2.1 Hvað er gróðureldur?

Eldur eða bruni er hröð efnaoxunarhvarf sem myndar hita, ljós og framleiðir ýmis efni. Til þess að eldur kvikni þarf eitthvað sem hægt er að brenna (eldsmat) og íkveikjuvald. Í stuttu máli er gróðureldur eldur þar sem eldsmaturinn er gróðurinn í náttúrunni. Til þess að það gerist þarf gróðurinn að vera nógu þurr og einnig þarf íkveikjuvald, sem getur verið til dæmis elding eða íkveikja (Scott ofl., 2014).

Gróðureldar geta verið mismunandi eftir því hvar og hvernig þeir brenna. Helstu gerðirnar eru svarðeldur (e. ground fire), hlaupeldur í lággróðri (e. surface fire), hár hlaupeldur (e. understory/sub-canopy fire) og trjákrónueldur (e. crown fire). Jarðvegsbruni er glóðarbruni sem dreifist um rætur og dauðan gróður, þessi bruni getur náð langt niður í jarðveginn og fer dýptin allt eftir þykkt lagsins af dauðum gróðri. Þessi bruni getur staðið yfir mjög lengi og dreifist eldurinn hægt. Hlaupeldur í lággróðri er algengasta gerðin og er hann í grasi, lyngi og í botngróðri. Hár hlaupeldur er í botngróðri, lágum greinum og stökum trjákrónum. En trjákrónueldur dreifist í efsta lagi elds, á milli trjákróna í skóginum. Trjákrónueldur veldur miklum bruna og erfitt er að slökkva hann, hann er sjaldgæfur á Íslandi en algengustu gróðureldarnir á Íslandi eru svarðeldur eða hlaupeldur í lággróðri, sjá mynd 2 (HMS, 2023; Þröstur Þorsteinsson, 2014).

Gróðureldar eru almennt ekki algengir á Íslandi en það þarf samt að hafa í huga hvernig koma skal í veg fyrir að þeir kvikni og þá sérstaklega í sumarhúsabyggðum þar sem byggð er alveg upp við gróðurinn. Á grodueldar.is eru allar upplýsingar sem þarf að hafa í huga til að koma í veg fyrir hamfarir ef kvikna skyldi í gróðri í kringum sumarhús. Einnig hefur Náttúrufræðistofnun Íslands gert samantekt yfir þá gróðurelda sem hafa orðið á Íslandi frá árinu 2006 og má finna hana á vefsíðu stofnunarinnar, ni.is, athuga skal að listinn er ekki tæmandi.

Gróðureldar falla í dag ekki opinberlega undir skilgreiningu náttúruvár (Þröstur Þorsteinsson, 2014) en settur hefur verið á stofn vinnuhópur sem vinnur m.a. að því að bæta úr því (Sigrún Karlsdóttir, tölvupóstur, 11. ágúst 2023).



Mynd 2. Gróðureldar á gossvæðinu við Fagradalsfjall. Mynd tekin af síðu Náttúrufræðistofnunnar Íslands. Ljósmynd: Borgþór Magnússon.

2.2 Áhrif veðurs á gróðurelda

Veður hefur mjög mikil áhrif á hvort eldur kviknar og hvernig eldurinn hegðar sér. Úrkoma, eða skortur á úrkomu, er sá þáttur sem hefur mestu áhrifin en einnig hefur hiti, vindur, loftraki og stöðugleiki loftsins áhrif (Scott ofl., 2014).

Hiti

Hiti skiptir máli þegar kemur að eldi. Þegar eldsmatur hitnar þá verður tendrunin hraðari og eldsmaturinn brennur hraðar og þéttar. Einnig lækkar rakastigið í eldsmatnum við hitahækkunina og verður þá öflugri bruni. Þurr og björt vor geta leitt til þess að mikið verði um þurran eldsmat sem brennur auðveldlega. Þessi eldshætta eykst ef vorið er kalt og eftir snjóléttan vetur, þá getur frost verið lengur í jörðinni og gróðurinn tekið seint við sér (HMS, 2023).

Vindur

Vindur eykur brennslu og dreifingu eldsins með því að flytja súrefni, auka útbreiðslu-hraðann, þurrka eldmatinn og feykja glóðinni. Sterkir vindar geta þurrkað gróður hratt upp með því að reykur og heitt loft dreifist um gróðurinn. Brunahvirfilstrókar geta myndast og þá kann stór og illslökkvanlegur gróðureldur að myndast vegna fljúgandi glóðar og neista (HMS, 2023).

Raki

Rakastig er hlutfall vatnsgufu af þeirri vatnsgufu sem loft getur borið við ákveðinn hita (HMS, 2023). Þurr loft (lágt rakastig) tekur til sín raka úr umhverfinu og eldsmatnum en þegar loftið er rakara en umhverfið (hátt rakastig) þá tekur gróðurinn/eldsmaturinn

til sín raka úr loftinu. Raki í smágerðum eldsmat og sinu breytist hraðar með hlýnandi loftslagi en í stærri eldsmat (HMS, 2023).

Frost

Frost í jörðu takmarkar aðgang af vatni og þar að leiðandi verður rakinn minni í gróðri. Einnig getur frost aukið útbreiðsluhraða eldsins þar sem hann getur komist yfir frosna læki og vötn (HMS, 2023).

Úrkoma

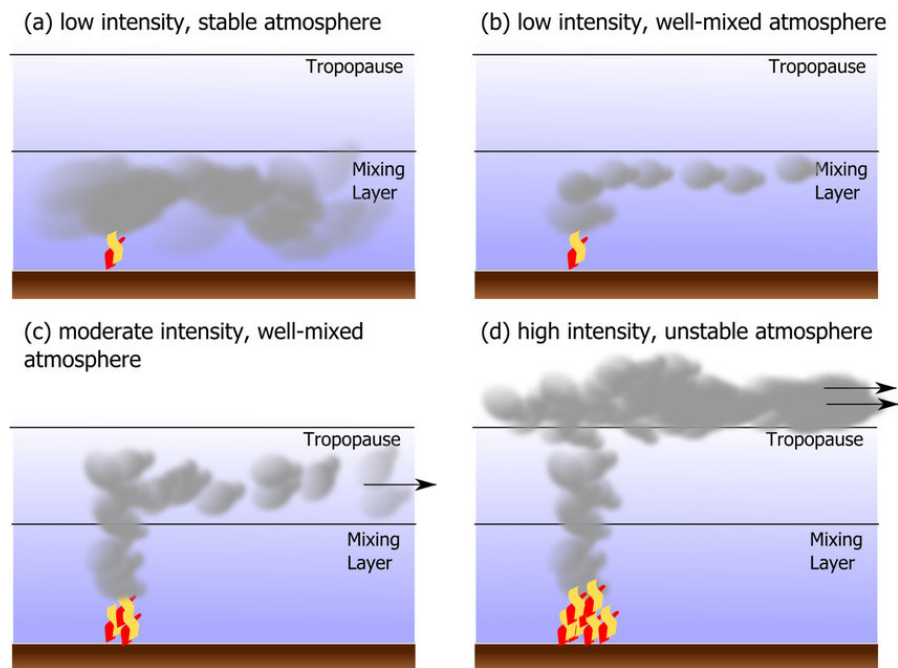
Úrkoma hefur töluverð áhrif á hvort tendrist í eldsmat eða ekki. Þegar það rignir þá eykst rakastigið í eldsmatnum og ólíklegra verður að hann nái að tendrast. Ef skúrir standa yfir í styttri tíma er ekki víst að gegnheill eldsmatur blotni í gegn og þar að leiðandi draga skúrir oft lítið úr gróðureldahættu. Ef gegnheill eldsmatur nær að þorna og það kviknar í getur verið strembið að slökkva eldinn (HMS, 2023).

Stöðuleiki lofts

Í óstöðugu lofti má búast við hraðari og öflugri bruna þar sem myndast geta hringiður eða sterkar vindhviður. Jafnframt getur hiti komið af stað lóðréttri hreyfingu. Því óstöðugra sem loftið er því auðveldari verður lóðréttt blöndun. Stöðugleika loftsins er hægt að sjá á reyksúlu eldsins, í stöðugu lofti er reykurinn fremur nálægt yfirborðinu en í óstöðugu lofti lyftir hún sér ofar. Einnig gefur litur reyksúlunnar til kynna stöðuleikann, dökkur reykur bendir til vaxandi og hraðari bruna vegna súrefnisskorts en ljós reykur segir til um mikla vatnsgufu og hægán bruna (HMS, 2023; Scott ofl., 2014).

Samspil margra þátta ræður því hvernig reykurinn hegðar sér. Það sem hefur mest áhrif er stöðugleikinn í loftinu og styrkur eldsins. Lágur reyksúlur dreifast um í blöndunarlagini, neðsta hluta lofthjúpsins, á meðan háar reyksúlur geta borist með vindi í hærri loftlögum. Styrkur elds og hæð reyksúlunnar hafa í stórum dráttum línulegt samband. Þegar loftið er stöðugt og reyksúlan lág þá helst reykurinn innan blöndunarlagsins (sjá mynd 3a), þegar loftið er blandað og lág reyksúla þá liggur reykurinn hins vegar upp við mörk blöndunarlagsins (sjá mynd 3b). Sé loftið blandað og miðlungshá reyksúla þá fer reykurinn í gegnum blöndunarlagið (sjá mynd 3c) en heldur sig undir veðrahvörfum en þegar reyksúlan er há í óstöðugu lofti getur reykurinn náð upp úr veðrahvolfinu inn í heiðhvolfið (sjá mynd 3d) (Williamson ofl., 2016).

Á Íslandi heldur reykur frá gróðureldum sig að mestu innan veðrahvolfsins og áhrif þeirra eru lítil á heimsmælikvarða (Þröstur Þorsteinsson, 2014).



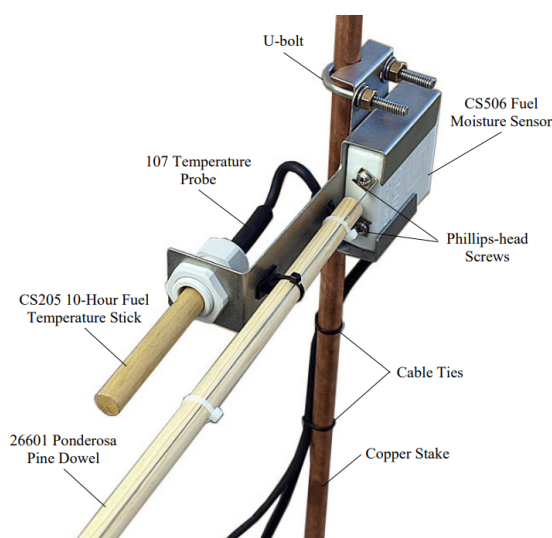
Mynd 3. Dæmi um reykdreifingu í misstöðugu lofti og við ólíkan brunastyrk. (a) Lítill styrkur í stöðugu andrúmslofti veldur reyk sem heldur sig við yfirborðið. (b) Lítill styrkur í vel blönduðu lofti framleiðir reyk sem liggur upp við efri mörk blöndunarlagsins. (c) Hófllega sterkur eldur í vel blönduðu lofti framleiðir reyk sem kemst í gegnum blöndunarlagið en heldur sig undir veðrahvörfunum. (d) Mikill eldur í óstöðugu lofti framleiðir reyk sem kemst inn í heiðhvolfið og getur dreifst á heimsvísu (Williamson ofl., 2016).

3 Mælitæki

Þegar mælingar eru gerðar þá er mikilvægt að vita hvað er verið að mæla og hvað er notað til þess að mæla. Eins og áður hefur komið fram eru margvíslegir þættir sem geta aukið hættu á gróðureldum. Einfaldasta leiðin er að mæla rakastig í gróðrinum þar sem að gróður getur ekki brunnið þegar mikill raki er í honum. Til þess má nýta túndruhita- og rakamæli, hér kallaður trjástafur (e. Fuel Moisture Sensor).

3.1 Hvað er trjástafur?

Trjástafur er mælir sem á að líkja eftir hegðun gróðurs og mæla raka- og hitastig út frá því. Mælirinn er samsettur úr furustaf (e. Ponderosa Pine Dowel) sem tengdur er rakamæli og styttri 10-tíma eldsmatshitastaf (e. 10-Hour Fuel Temperature Stick) sem tengdur er hitamæli, sjá mynd 4. Með trjástafnum ætti að vera hægt að meta raka- og hitastig eldsmats (Campell Scientific Inc., 2015).



Mynd 4. Uppstilling trjástafs með enskum heitum (Campell Scientific Inc., 2015).

Trjástafirnir eru að jafnaði staðsettir nálægt jörðinni eða innan við metra fyrir ofan yfirborðið. Bovill ofl. (2015) könnuðu áhrif þess að mæli í mismunandi hæðum en þó alltaf undir 100 cm. Í þeirri rannsókn kom í ljós að það kom best út að staðsetja mælinn í um 1 cm fyrir ofan gróður eða undir honum.

3.2 Aðrar aðferðir

Sú aðferð sem hefur hvað verið mest notuð við mat á eldsmati er ofnþurrkun (e. oven-drying). Ofnþurrkun er bein aðferð til þess að meta rakainnihaldið í gróðrinum og er það metið eftir þyngd efnisins fyrir og eftir þurrkun. Hún er hins vegar eyðileggjandi fyrir umhverfið þar sem alltaf þarf að taka upp gróðurinn til að meta rakastigið í honum (Segbefia ofl., 2021).

Erfitt getur verið að spá fyrir hættu á gróðureldum þar sem margir þættir hafa áhrif. Þrátt fyrir að trjástafurinn mæli það sem mestu skiptir þá er einnig hægt að nýta aðrar mælingar, s.s. hefðbundnar almennar veðurmælingar (Þróstur Þorsteinsson, 2014).

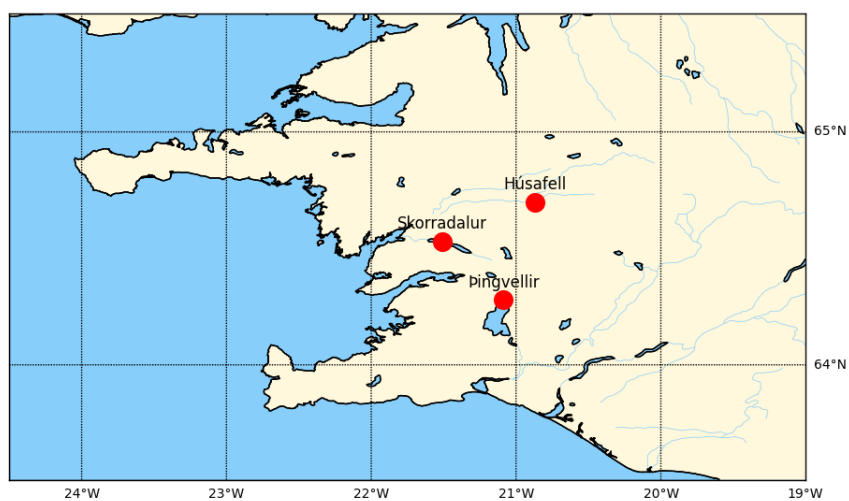
Í vestur-Bandaríkjunum var gerð rannsókn á hvort hægt væri að sjá tengingu á milli gróðurelda og veðurs mánuði fyrir gróðureldatímabil. Mælingar voru gerðar á veturna (nóvember-febrúar) og á vorin (mars-maí) þar sem gróðureldatímabilið þar er á sumrin og voru mælingarnar gerðar á árunum 1984-2020. Niðurstöður rannsóknarinnar voru að breytileiki loftsins yfir vetrar- og vortímam getur útskýrt mjög stóran hluta af því sem gerist á sumrin. Þessar mælingar gætu þá nýst í að fylgjast með gróðureldahættu yfir hættutímam (Abolafia-Rosenzweig ofl., 2022).

Skóðað var hvernig Norðurlöndin vara við gróðureldum. Noregur notast við veðurfarsmælingar í lofti, þ.e.a.s. hiti, raki, úrkoma og vindur (Meteorologisk Institutt, 2021). Lítið fannst um önnur Norðurlönd en líklega eru nýttar hefðbundnar veðurfarsmælingar í lofti líkt og gert er í Noregi (Rönnberg, 2021).

4 Veðurgögn

4.1 Staðsetning trjástafs

Trjástafirnir hafa verið í reksti á Íslandi á þremur stöðum á landinu, í Húsafelli, í Skorradal og á Þingvöllum, sá fyrsti frá síðrihluta árs 2012, sjá mynd 5. Þessir staðir hafa það allir sameiginlegt að þarna eru fjöldi sumarhúsa í nær óáreittum skógi þar sem fáar útgönguleiðir eru. Gögnin hafa ekki verið skoðuð ítarlega fyrr en nú. Trjástafirnir á Íslandi eru allir staðsettir við jörðu og annað hvort yfir eða undir/inn í gróðrinum, sjá mynd 6.



Mynd 5. Staðsetning trjástafa á Íslandi.



Mynd 6. (Til vinstri) Ljósmynd af trjástafnum í Húsafelli, staðsettur undir gróðrinum. Mynd tekin 25. október 2018. Ljósmynd: Vilhjálmur Smári Þorvaldsson. (Til hægri) Ljósmynd af trjástafnum á Þingvöllum, staðsettur aðeins fyrir ofan gróður. Mynd tekin 18. júní 2020. Ljósmynd: Ágúst Þór Gunnlaugsson.

Trjástafirnir voru settir upp í nóvember 2012 á Þingvöllum, í desember 2013 í Húsafelli og í maí 2020 við Vatnshorn í Skorradal. Í Húsafelli er einnig mældur vindur, hiti, raki, loftþrýstingur og sólgeislun svo hægt er að bera saman hita og raka í trjástaf og lofti. Á Þingvöllum er mælt auk hita og raka í trjástaf, vindur, hiti, raki og úrkoma. Samskonar loftraka- og hitamælir er á báðum stöðvum, Húmi, smíðaður á Veðurstofunni. Í Skorradal er unnið með raka og hita úr trjástafnum auk lofthita. Einnig var notast við gögn frá Hvanneyri þar sem sú veðurstöð var næsta stöð við Húsafell sem mælir úrkomu. Í töflu 1 má sjá yfirlit yfir þá þá veðurstika sem eru aðgengilegir á hverjum stað.

Tafla 1. Veðurmælingar á veðurstöðvunum.

	Húsafell	Þingvellir	Skorradalur
Vindhraði (m/s)	X	X	-
Vigur vindhraði (m/s)	X	X	-
Vindhviða (m/s)	X	X	-
Vindátt (°)	X	X	-
Staðalfrávik vindáttar (°)	X	X	-
Staðalfrávik vindhraða (m/s)	X	X	-
Hiti (°C)	X	X	-
Hámarkshiti (°C)	X	X	X
Lágmarkshiti (°C)	X	X	X
Hiti, aukamælir (°C)	X	X	X
Raki (%)	X	X	-
Úrkoma (mm)	-	X	-
Loftþrýstingur (hPa)	X	-	-
Sólgeislun (Wm^{-2})	X	-	-
Hámarks sólargeislun (Wm^{-2})	X	-	-
Hiti í trjástaf (°C)	X	X	X
Raki í trjástaf (%)	X	X	X

5 Aðferðir

Þegar unnið er með frumgögn þarf margt að hafa í huga, villur kunna að leynast í gögn-um, skrár getur þurft að laga og eins þarf að þæla í hvað sé best að skoða og hvernig sé best að setja fram gögnin.

5.1 Hreinsun

Byrjað var að hreinsa gögnin, taka út það sem ekki átti að notast við í túlkun gagnanna. Mælirinn í Húsafelli kom best út. Þar var hægt að skoða meirihluta gangnanna án nokkurra vandræða. Rakagögn frá árunum 2013–2015 voru einu gögnin sem ekki var hægt að nota, rakastigið í trjástafnum gaf einungis neikvæðar tölur eða of lág gildi (sjá viðauka II). Ástæða fyrir þessu var að furustafurinn var ekki á sínum stað og þurfti að setja nýjan. Gögnin frá Þingvöllum voru ekki eins góð. Þar var rakamælirinn líklega bilaður frá 2013 og fram að apríl 2020. Skipt var um furustafinn í júní 2020 og hefur hann virkað síðan. Engar sjáanlegar villur voru í gögnum úr Skorradal en líklega var búið að hreinsa þau gögn aðeins. Tafla 2 gefur yfirsýn yfir mælitímabil á hverri stöð.

Tafla 2. Upphaf reksturs trjástafanna, tímasetning góðra rakagagna og ástæða fyrir ónothæfum gögnum.

	Húsafell	Þingvellir	Skorradalur
Upphaf	2013	2012	2020
Virkni frá	2016	2020	2020
Ástæða	Furustaf vantaði	Mæli skipt út	-

5.2 Val tímabila

Skóðað var veður að vori (og snemmsumars) fyrir þau ár sem til eru gögn fyrir. Valin voru ár þar sem vorin voru annað hvort frekar blaut (mikil úrkoma) eða þurr (lítil úrkoma). Vorið 2016 var frekar þurr og hitinn var yfir meðallagi og úrkoman 57% af meðaltali í Reykjavík. Vorið 2018 var aftur á móti mjög blautt, það rigndi nánast hvern einasta dag í maí eða 180% af meðaltali og hitinn var yfir meðaltali. Vorið 2019 var svo frekar blautt og hlýtt, úrkoman 15% yfir meðaltali og kom gróðurinn til snemma. Vorið 2021 var mjög þurr og kalt, gróðurinn kom seint og úrkoman var 70% af meðaltali. Einnig var skóðað sumarið 2023 þar sem júní var frekar blautur en júlí frekar þurr (Veðurstofa Íslands, 2016a,b, 2018a,b, 2019a,b,2021a,b, 2023a,b).

Þessi vor voru valin til að skoða aðeins betur en eina vorið sem hægt var að skoða á öllum þremur stöðvum var árið 2021. Það vor var því mest áhersla á enda vitað um tvo gróðurelda sem voru á Suðvesturlandi í maí 2021, annar 4. maí í Heiðmörk og hinn 11. maí í Fagradalsfjalli (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2023a).

5.3 Hvað er best að skoða?

Þegar unnið er með gögn er margt hægt að skoða og gera. Gildi í trjástafnum eru tekin á 10 mínútna fresti allan sólarhringinn. Í flestum tilfellum er ekki breytileiki á þeim tímakvarða sem skiptir máli fyrir gróðureldahættu, yfir stutt tímabil var skoðað 30 mínútna- eða klukkutímameðaltal en yfir lengra tímabil var yfirleitt notast við dagsmeðaltöl. Skoðað var sambengi milli mælinga í trjástaf og lofti, þar sem við átti og leitast við að kanna muninn á þeim árum þar sem vorin voru þurr (2016 og 2021) og blaut (2018 og 2019).

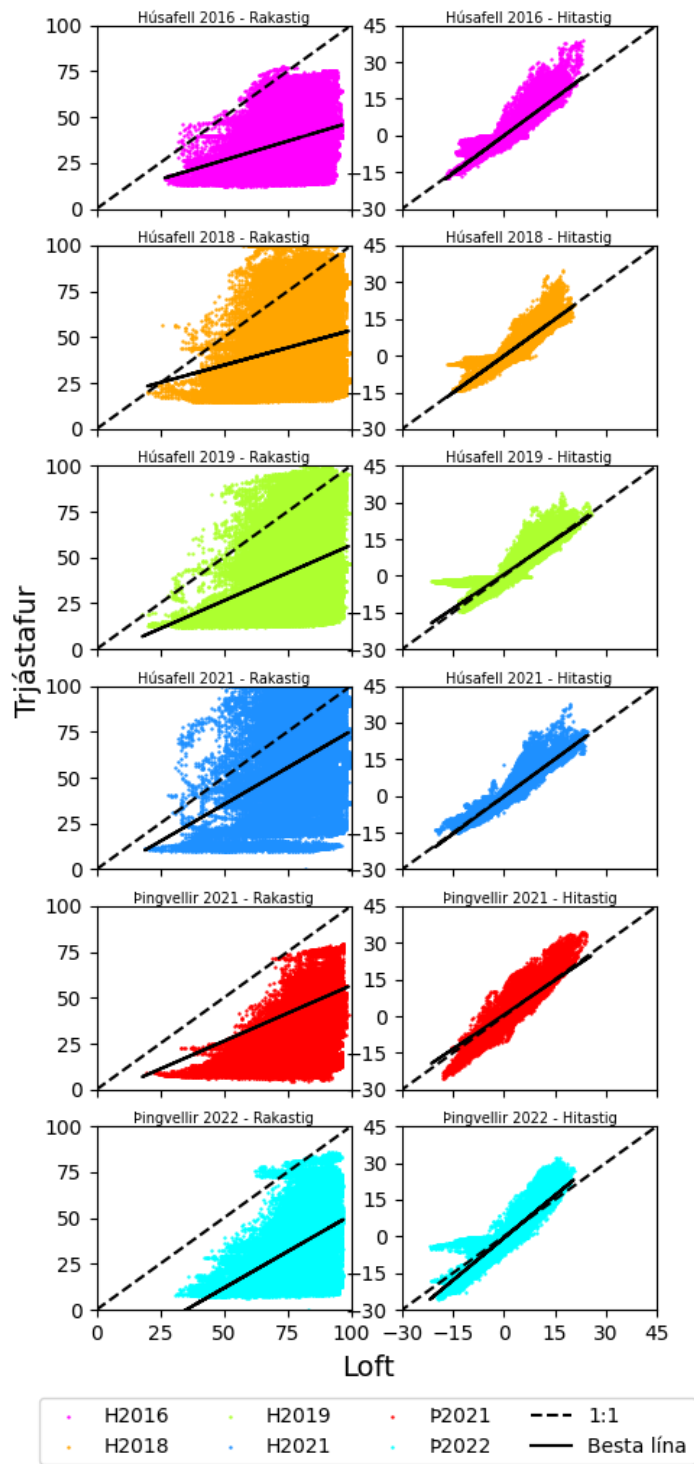
6 Niðurstöður

Til að byrja með þá voru gerð skotrit af hita og raka í trjástaf sem fall af sama stika í lofti. Skotrit fyrir nokkur ár má sjá á mynd 7, raki í vinstri dálki og hiti í hægri dálki. Fylgnin er mun meiri í hitastigi og liggur besta línulega lína nánast upp við 1:1 línuna. Í raka er fylgnin ekki svo góð en raki í trjástaf virðist að jafnaði vera lægri eða sá sami og í lofti. Undantekningar eru á því fyrir hátt rakastig, rakastigið í trjástafnum nær yfir stærra bil heldur en rakastigið í loftinu. Töflur 3 og 4 sýna hallatölu bestu línu og fylgnistuðull milli trjástafs og lofts sem sjá má á mynd 7. Fylgnistuðull er sá stuðull sem sýnir fylgnina, hann er alltaf á bili -1 og 1. Ef stuðullinn er nálægt núlli þá er lítil sem engin fylgni en hef hann er nálægt -1 og 1 þá er annað hvort neikvæð eða jákvæð fylgni. Fyrir hitastig er fylgnin nálægt 1 og því jákvæð fylgni milli lofthita og trjástafshita en fylgnistuðullinn fyrir rakastigið er nær núlli svo fylgnin milli loftraka og trjástafs raka er lítil.

Skoðum betur hitastigið á mynd 7. Í Húsafelli 2016 er hluti af gögnunum sem sýnir að hitastigið var hærra í trjástafnum heldur en í loftinu. Þessi gögn sýna vor- og sumarmánuðina, sjá viðauka I. Ætla má að þetta sé sólarhitun af trjástafnum og umliggjandi gróðri. Árin 2018 og 2019 í Húsafelli sýna einnig aðeins hærra hitastig yfir sumarmánuðina og vetrarmánuðina (desember, janúar og febrúar). Yfir vetrarmánuðina er líkleg ástæða að snjóþekja hefur hulið mælinn og þannig einangrað hann frá loftkuldanum yfir en snjór hefur mikil einangrunaráhrif (Guðrún Nína Petersen, 2022). Þetta sést líka á Þingvöllum 2022. Í Húsafelli 2021 er það í maí-mánuði sem hitamunur lofts og trjástafs er mestur enda var sá maí mjög þurr og sólríkur með sólarupphitun (Veðurstofa Íslands, 2021b).

Ef horft er á rakastigið þá sést að rakastigið í trjástafnum er almennt hærra í Húsafelli. Á Þingvöllum fer rakastigið sjaldan yfir 1:1 línuna en nokkuð oft í Húsafelli, þessi munur getur verið vegna staðsetningar trjástafsins, trjástafurinn í Húsafelli er fyrir ofan eða undir sinunni sem getur gert það að verkum að hann er lengur að bregðast við breytingum í loftraka þar sem sinan kemur í veg fyrir það. Á Þingvöllum er allur gróður undir stafnum og þar að leiðandi er hann fljótari að bregðast við breytingum í lofti (sjá mynd 6).

Í Húsafelli er greinilegur munur á vorinu 2016 (þurrt) og 2018 og 2019 (blautt) sem og 2021 (þurrt) að því leyti að trjáraki er alltaf undir 60% 2016, sjá samanburð á mynd 32, 33, 34, 35. Sennilega var mælirinn ofan gróðurs þetta árið en eftir það í sinu.



Mynd 7. Skotrit af raka [%] og hita [°C] í trjástaf sem fall af sömu stikum í lofti. Sýnd eru árin 2016, 2018, 2019 og 2021 í Húsafelli og 2021 og 2022 á Þingvöllum.

Tafla 3. Hallatala bestu línu og fylgnistuðul í hitastigi.

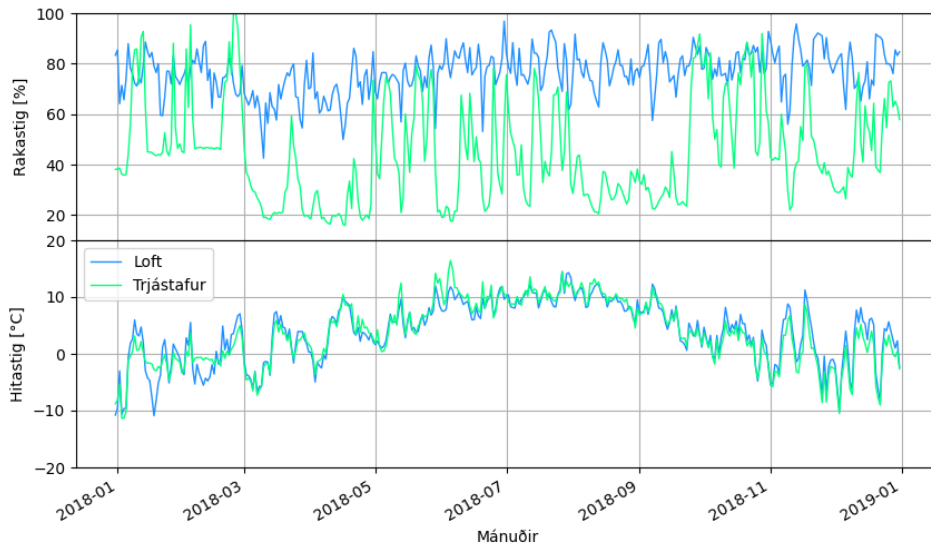
Nafn og ár stöðvar	Hallatala	Fylgnistuðull
husaf 2016	0,83	0,92
husaf 2018	0,86	0,93
husaf 2019	0,89	0,91
husaf 2021	0,89	0,95
tingv 2021	0,73	0,95

Tafla 4. Hallatala bestu línu og fylgnistuðul í rakastigi.

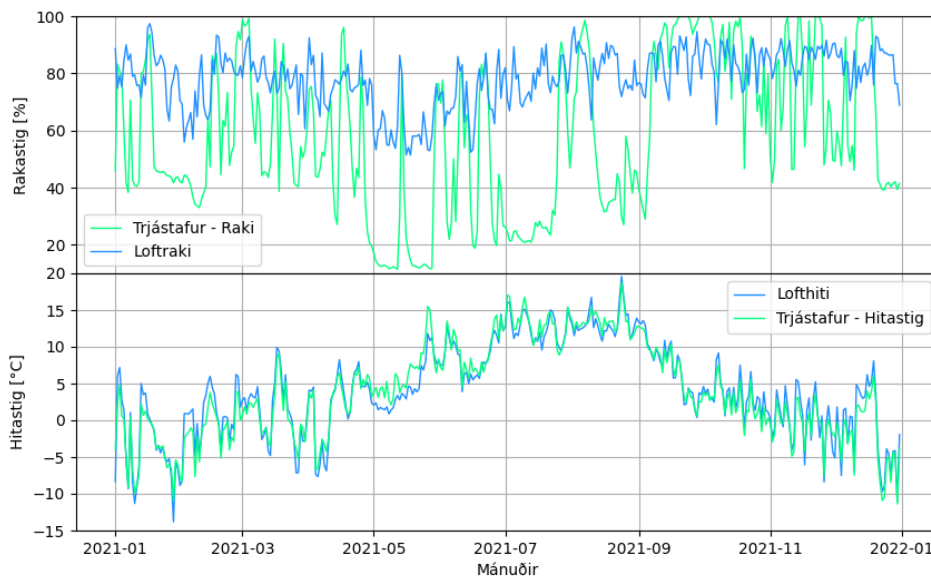
Nafn og ár stöðvar	Hallatala	Fylgnistuðull
husaf 2016	0,30	0,35
husaf 2018	0,14	0,23
husaf 2019	0,24	0,38
husaf 2021	0,19	0,39
tingv 2021	0,45	0,61

Mynd 8 sýnir daggildi á árunum 2018 og 2021 í Húsafelli. Fyrri myndin sýnir daggildi í Húsafelli 2018, hiti í trjástaf fylgir lofthita vel og þá sérstaklega yfir vormánuðina sem er sá tími sem mestar líkur eru á gróðureldum. Einnig má sjá að í janúar/febrúar er hitastigið í loftinu töluvert lægra en í trjástafnum sem gefur til kynna að snjólag hefur einangrað mælinn. Skoðað var daglegt veðurfirlit fyrir Reykjavík sem staðfesti snjólag (Veðurstofa Íslands, 2018c). Rakastigið leggst ekki svona vel saman, rakinn í trjástafnum sveiflast meira heldur en rakinn í loftinu. Ef skoðað er meðaltal rakastigsins í trjástafnum má sjá mögulega árstíðaskiptingu, rakastigið er frekar hátt yfir veturinn, lækkar um vorið, hækkar aðeins yfir sumarið og lækkar svo aðeins aftur áður en það hækkar aftur í september. Þetta er ekki alveg eins augljóst 2021 þó má sjá rakasveiflu þá líka. Rakastigið á Þingvöllum 2021 (mynd 9) er aftur á móti aðeins öðruvísi, trjástafurinn sýnir ekki eins mikla sveiflu í rakastigi og sker það aldrei loftrakann. Ef árið 2021 er skoðað aðeins betur þá má sjá að í Húsafelli sést rakastigið fara niður fyrir 20% í maí (þurr), það sama sést á Þingvöllum þrátt fyrir að rakastigið haldist lengur undir 20% í trjástafnum. Ef þetta er borið saman við maí 2018 í Húsafelli þá má sjá að rakastigið í trjástafnum þar er töluvert hærra og fer í raun aldrei undir 20% en maí 2018 var frekar blautur mánuður þar sem rakastigið fer mjög hátt. Maí 2021 var mjög þurr fyrir utan einn mögulegan rigningardag þar sem rakastigið hækkaði skarpt svo lækkaði undir 20% strax aftur bæði í Húsafelli og á Þingvöllum.

Daggildi 2018 - Húsafell

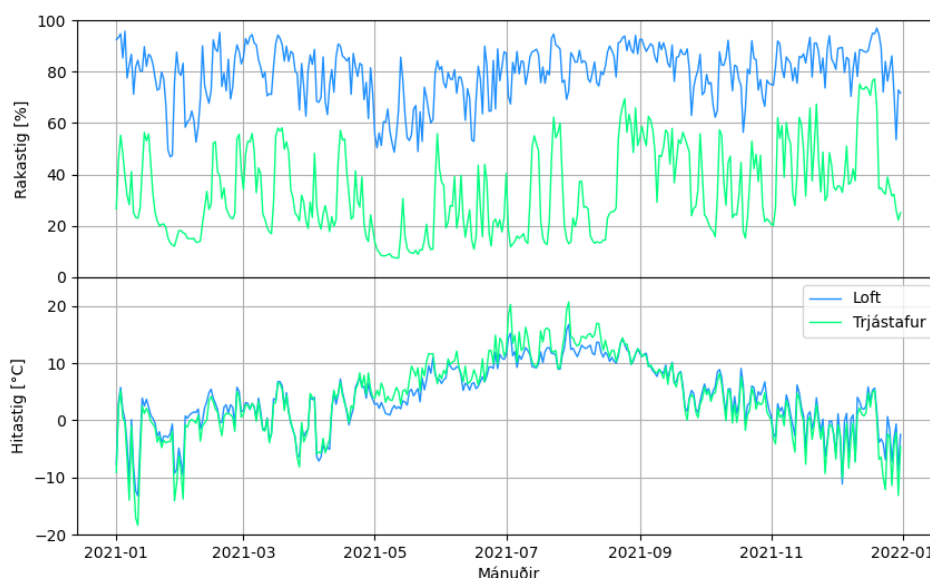


Daggildi 2021 - Húsafell



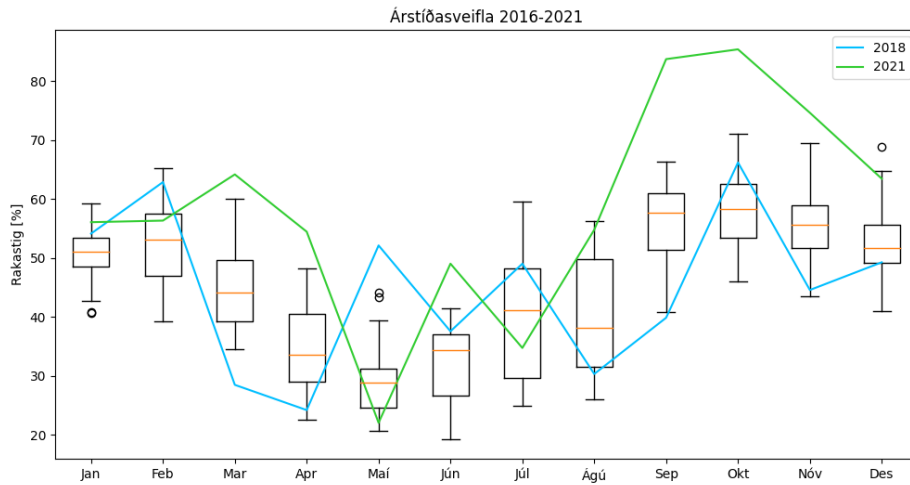
Mynd 8. Daggildi yfir allt árið. Samanburður á lofti og trjástaf fyrir árin 2018 og 2021 í Húsafelli. Efri hluti myndanna sýnir raka [%] og neðri hluti myndanna sýna hita [°C].

Daggildi 2021 - Þingvellir



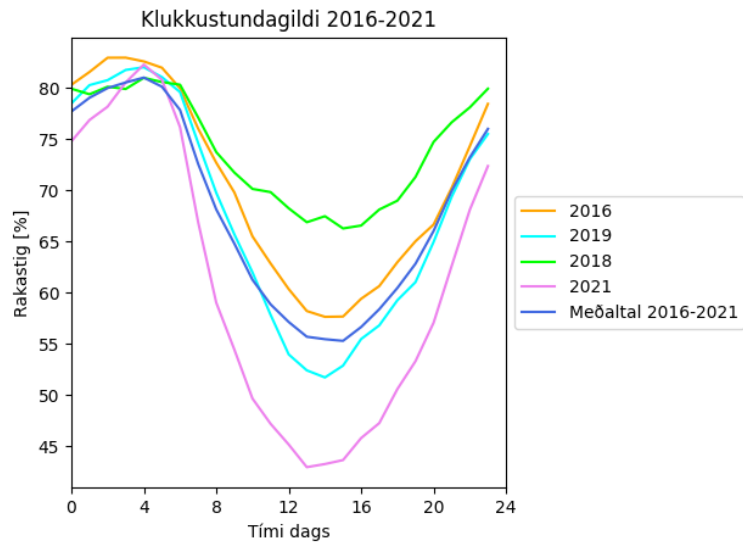
Mynd 9. Daggildi yfir allt árið. Samanburður á lofti og trjástaf fyrir árið 2021 á Þingvöllum. Efri hluti myndarinnar sýnir raka [%] og neðri hluti myndarinnar sýnir hita [°C].

Á mynd 10 má sjá árstíðasveiflu í Húsafelli 2016-2021 með meðaltali tveggja ára þar sem mikill munur var á veðráttu í maí. Sjá má að rakastigið er að jafnaði í lágmarki í apríl, maí og júní, en flestir gróðureldar kvikna á Íslandi í apríl og maí eða um 70% gróðurelda (Þróstur Þorsteinsson, 2014). Í maí er rakastigið að jafnaði lægst og því veðurfarslega mest hættu á gróðureldum. Ef borin eru saman árin 2018 og 2021 þá sést vel að maí 2018 var mjög blautur mánuður og var meðalrakastig um 50%, enda rigndi nánast alla daga. Maí 2021 var aftur á móti þurr og ef það rigndi þá var það mjög lítið. Það sést vel hér, en meðalrakastigið er vel undir meðallagi.

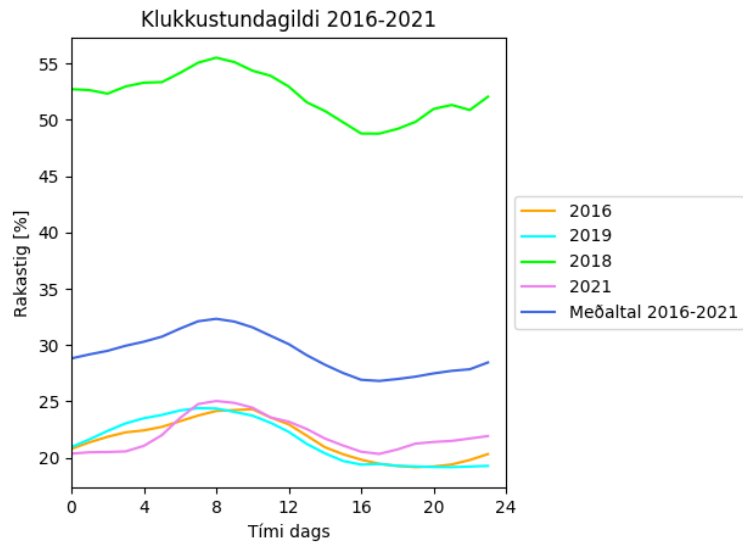


Mynd 10. Árstíðasveifla raka í trjástafs [%] í Húsafelli 2016–2021 ásamt mánaðar-meðaltali áranna 2018 (blá lína) og 2021 (græn lína). Boxin eru reiknuð með meðaltali áranna á dagsgildum.

Skodum betur maímánuð þar sem hann að jafnaði þurrasti mánuðurinn. Á mynd 11 og 12 má sjá klukkutímameðaltöl (dægursveifla) loftraka annars vegar og trjástafsraða hins vegar áhersluára ásamt meðaltali áranna 2016-2021 í maí í Húsafelli. Þar sést vel hvernig loftraki er mestur á nóttunni og nær lágmarki yfir miðjan daginn. Sést einnig að maí 2018 (græn lína) var klárlega rakur mánuður þar sem rakastigið fór ekki niður fyrir 65% þar sem það er lægst og þar sést einnig að maí 2021 (bleik lína) var þurr mánuður þar sem rakastigið fer vel niður fyrir 50% þar sem það er lægst. Hvað varðar raka í trjástafnum sést að maí 2018 (græn lína) var öfgakenndur, þ.e. mun hærra rakastig en fyrir ofan öll hin árin. Þetta verður skoðað betur á mynd 13.



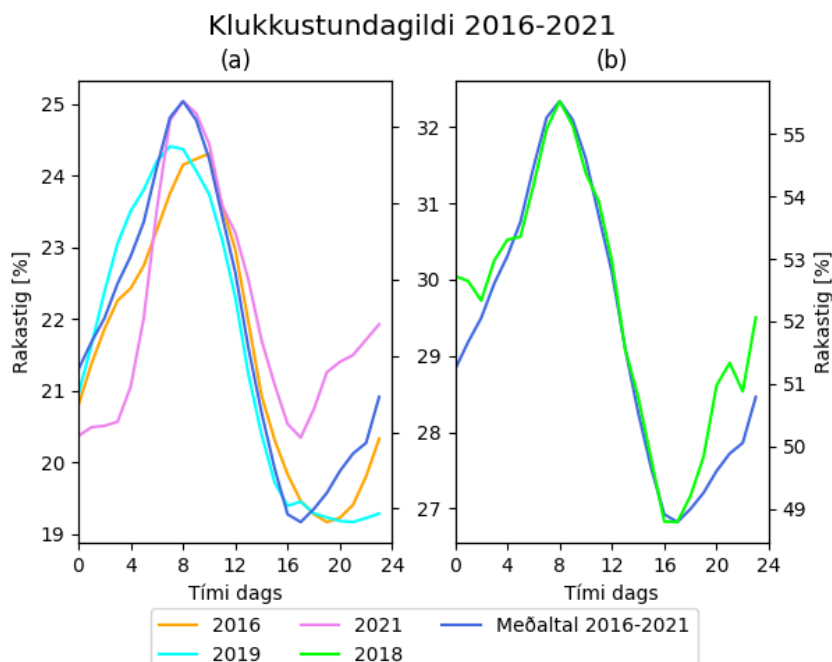
Mynd 11. Loftraki [%] í Húsafelli. Meðaltal hvers klukkutíma í maí árin 2016-2021 (dökkblár) plottað með áhersluárunum.



Mynd 12. Raki í trjástaf [%] í Húsafelli. Meðaltal hvers klukkutíma í maí árin 2016–2021 (dökkblár) plottað með áhersluárunum.

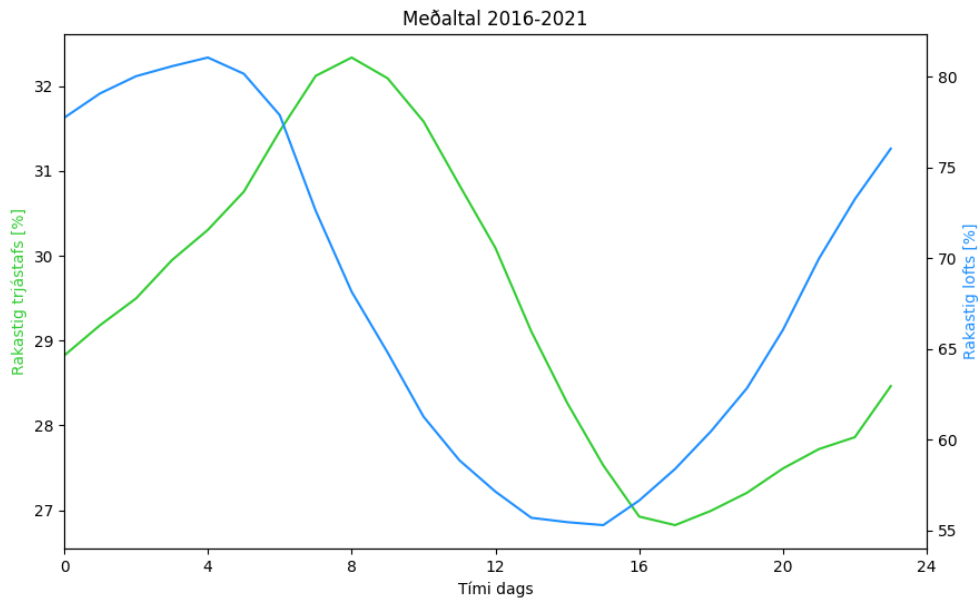
Á mynd 13a má sjá trjástafsraða árin 2016, 2019 og 2021 borin saman við meðaltal árunna 2016–2021 í Húsafelli, sjá má að sveiflurnar eru nokkuð svipaðar en passa ekki

fullkomlega við meðaltalið. Almennt er rakastigið hæst á morgnanna milli 5-8 og er rakastigið lægst milli 16–18 seinnipartinn. Á mynd 13b má aftur á móti sjá hvernig rakinn í maí 2018 passar betur við meðaltalið, sveiflast eins yfir daginn en rakastigið var mun hærra, enda var maímánuður 2018 talinn blautasti maímánuður frá upphafi mælinga í Reykjavík.



Mynd 13. Rakastig trjástafs [%] í Húsafelli í maí skoðað betur. Klukkutímameðaltöl áhersluára skoðuð í samanburði við meðaltal áráanna 2016–2021 (dökkblá lína). Meðaltalið fylgir miðjuás. (a) Árin 2016, 2019 og 2021 plottuð með meðaltalinu. (b) Árið 2018 plottað með meðaltalinu.

Berum nú saman meðalgildi trjástafs og loftraka þessara ára í maí (sjá mynd 14). Sjá má á að gildin fyrir loftraka eru töluvert hærri en fyrir trjástafinn en ef þetta er plottað saman sést að sama hegðun er bæði í trjástaf og í lofti, rakastig nær hámarki fyrir hádegi og lágmarki seinni partinn. Loftrakinn nær fyrir hámarki eða milli 4 og 5 um nóttina en trjástafurinn nær ekki hámarki fyrr en um kl 8–9 um morguninn. Sömuleiðis er lágmarks loftraki kl. 15 en í trjástafurinn um kl. 17 (sjá töflu 5). Það er því greinilega tölfræðingur miðað við loft. Líklegt er að staðsetning mælis ofan í gróðri hafi hér einhver áhrif og lengi töfina.

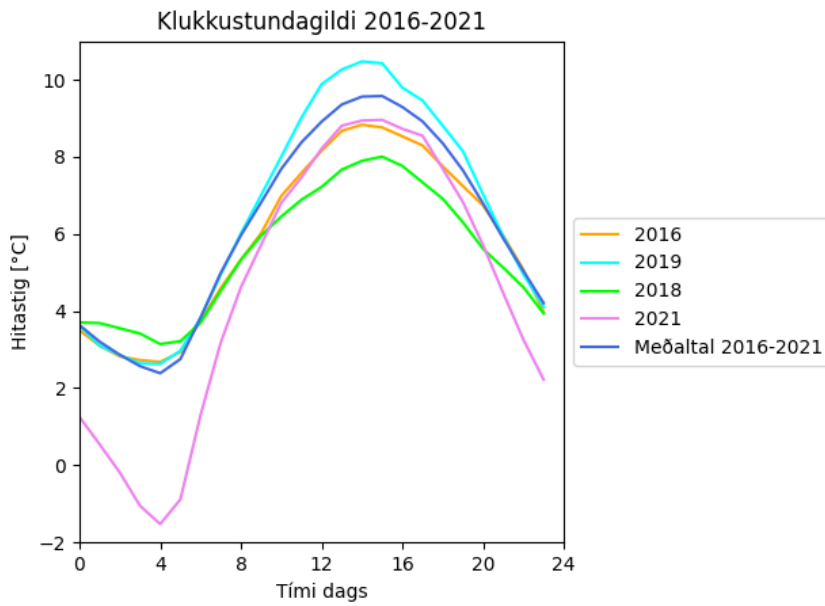


Mynd 14. Meðaltal hvers klukkutíma í maí 2016–2021 í Húsafelli, loftraki [%] og raki í trjástaf [%]. Vinstri ás sýnir trjástafsraka og hægri ás loftraka.

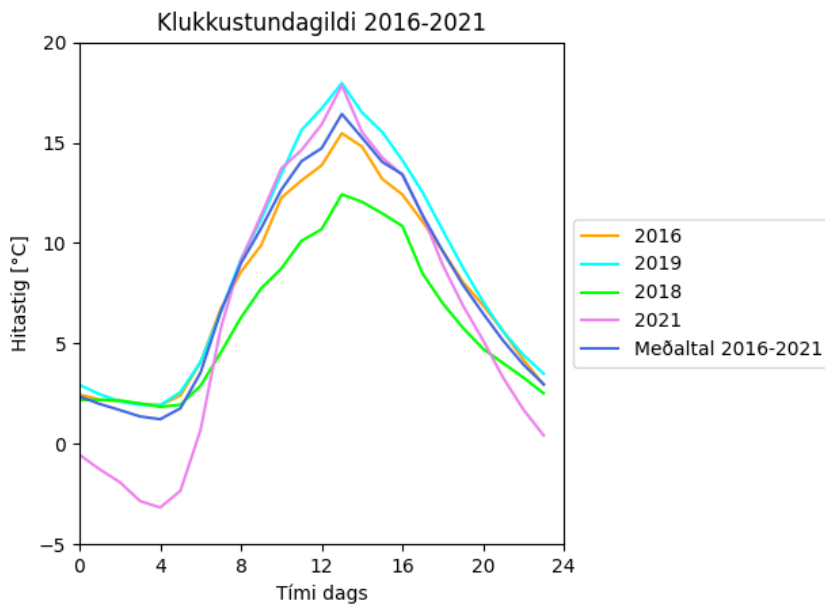
Tafla 5. Tímasetning há- og lággilda í raka [%] lofts og trjástafs í Húsafelli, innan sólarhringsins.

	Hæsta gildi [klst]	Lægsta gildi [klst]
Trjástafur	8–9	17
Loft	4–5	15
Munur	4	2

Á mynd 15 má sjá meðaltal lofthita hvers klukkutíma í maí 2016–2021 ásamt áhersluárunum. Sjá má að lofthitinn hegðar sér í neikvæðri fylgni við rakastigið, er í lágmarki yfir nóttina en hámarki seinnipartinn. Minnsta sveiflan er í maí 2018 en mesta sveiflan 2021 þar sem hitastigið féll niður fyrir frostmark á nóttunni. Árin passa nokkuð vel við meðaltalið fyrir utan lágsta gildið 2021. Á mynd 16 má sjá meðaltal hita í trjástaf hvers klukkutíma í maí 2016–2021 ásamt áhersluárunum. Hitinn í trjástafnum sýnir svipuð gildi eins og í loftinu. Minnsta sveiflan er 2018 og mesta 2021. Árin passa ágætlega vel við meðaltalið. Hitaspönnin í trjástafnum er að jafnaði meiri en í lofti, að nóttu kólnar trjástafurinn heldur meira en yfir daginn hlýnar hann töluvert meira, að jafnaði 5°C. Hér er líklega sólarupphitun af sjálfum hitastafnum stærsti þátturinn.



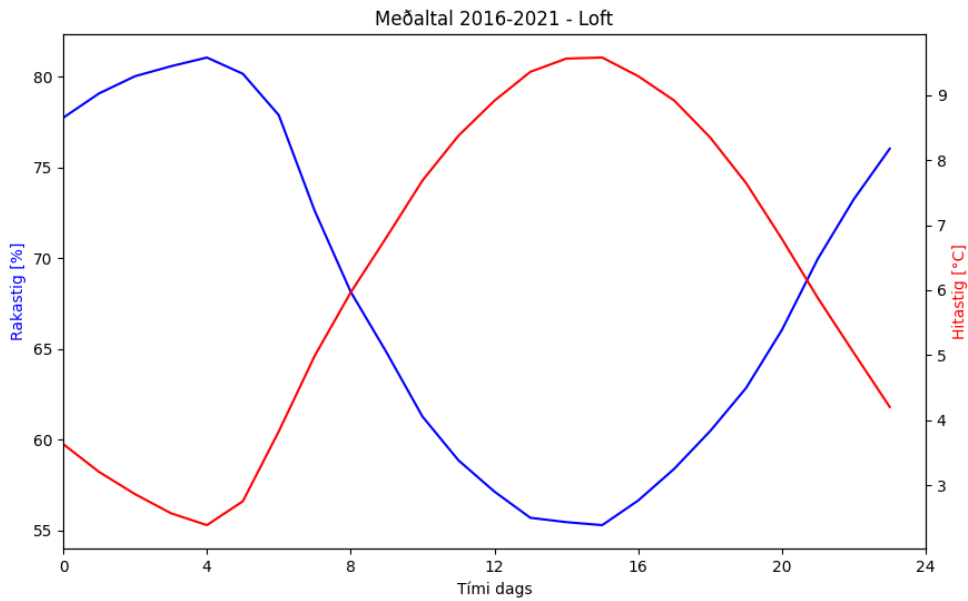
Mynd 15. Loftþiti [°C] í Húsafelli í maí. Meðaltal hvers klukkutíma árin 2016–2021 (dökkblár) plottað með áhersluárunum.



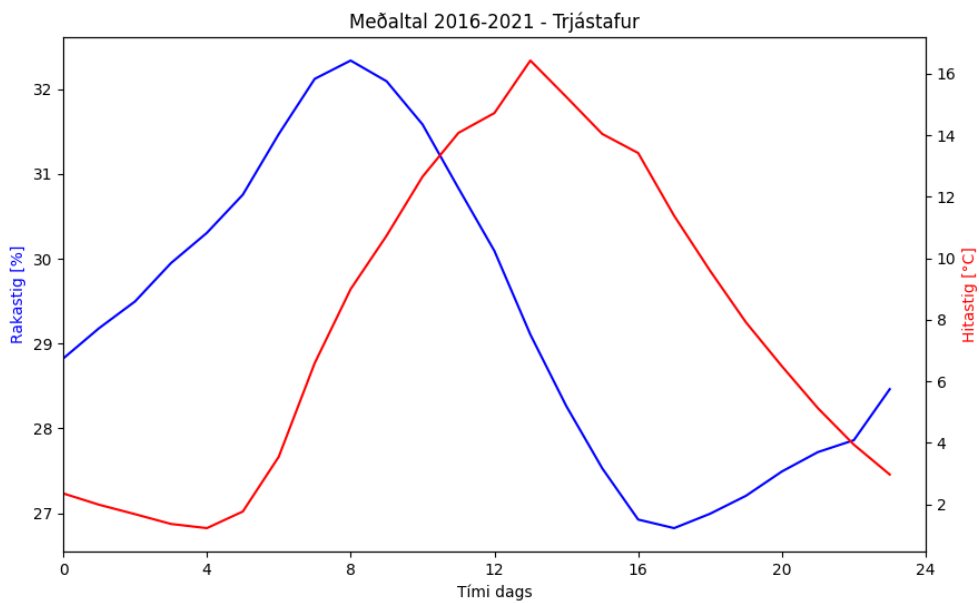
Mynd 16. Hiti í trjástaf [°C] í Húsafelli í maí. Meðaltal hvers klukkutíma árin 2016–2021 (dökkblár) plottað með áhersluárunum.

Berum nú saman rakastig og hitastig saman. Á mynd 17 má sjá á efri myndinni raka og hita í lofti og raka og hita í trjástafnum á þeirri neðri. Það er neikvæð fylgni milli raka og hita í lofti. Þegar rakastigið nær hámarki nær hitastigið lágmarki og öfugt. Trjástafurinn nær ekki sömu fylgninni. Rakastigið nær ekki hámarki fyrr en um kl. 8-9 en hitastigið nær lágmarki í kringum fjögur um nóttina. Sömuleiðis er rakastigið í lágmarki í kringum kl. 17 en hitastigið nær hámarki um kl. 14–15, 2–3 klst fyrr. Það sama má sjá á Þingvöllum (ekki sýnt).

Þetta mætti skoða betur í áframhaldandi vinnu með því að skoða daggarmark og/eða eimþrýstingsbælingu (e. water vapor pressure deficit).



(a) Raki [%] og hiti [°C] í lofti í Húsafelli í maí.



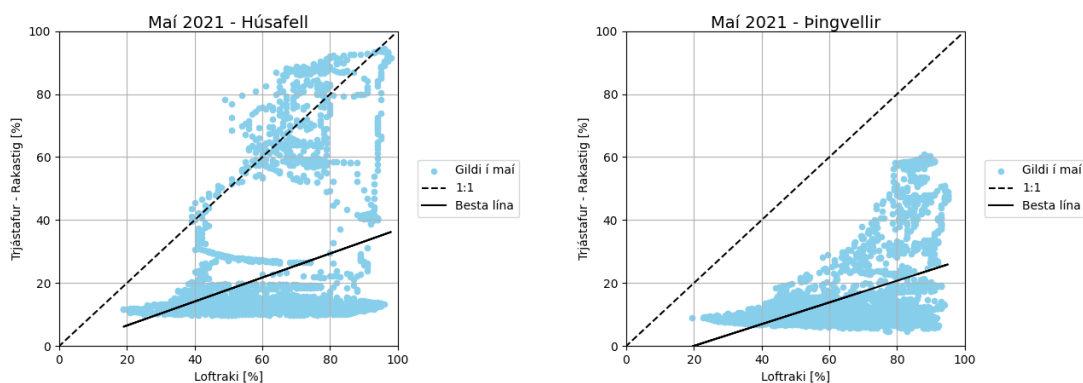
(b) Raki [%] og hiti [°C] í trjástaf í Húsafelli í maí.

Mynd 17. Raki [%] og hiti [°C] í bæði lofti og trjástaf. Meðaltal á hvern klukkutíma í maí 2016–2021 í Húsafelli.

6.1 Sértilfelli

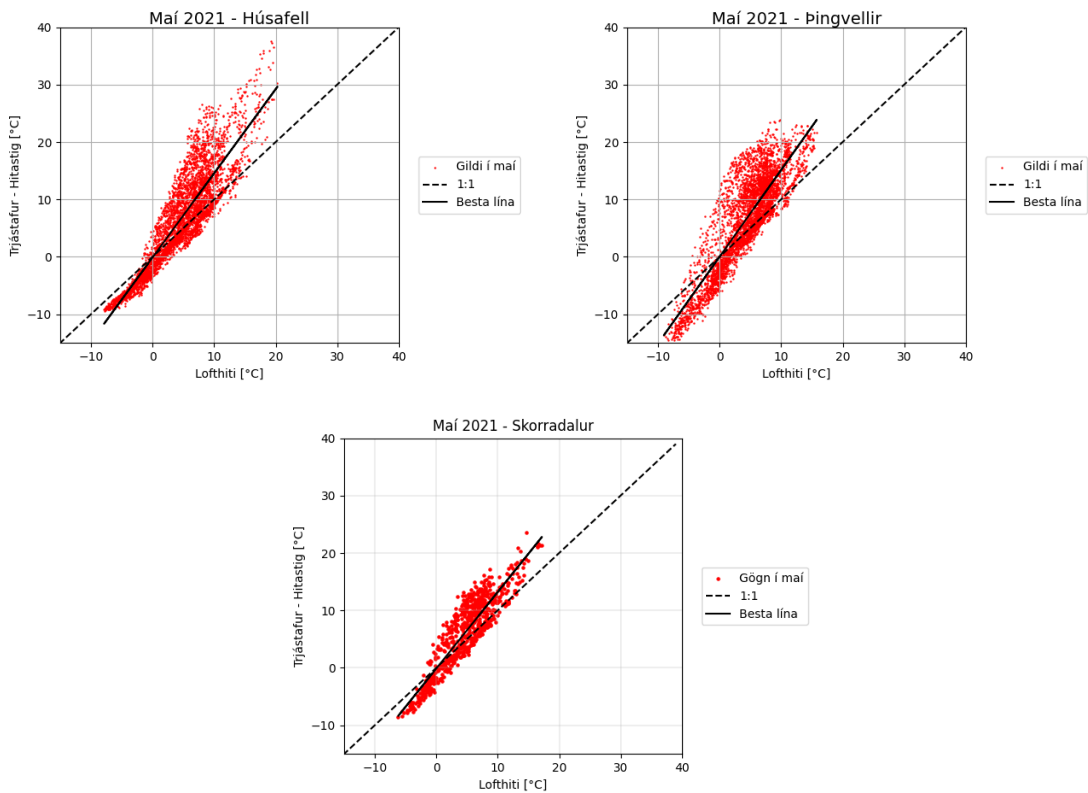
Maí 2021: Þurrviðri en með stökum úrkomudögum

Skoðum nú raka í maí 2021, bæði í Húsafelli og á Þingvöllum (mynd 18). Í Skorradal er enginn rakamælir í lofti til að bera saman við svo ekki er hægt að skoða skotrit fyrir gögn þaðan. Í Húsafelli dreifast gildin meira úr trjástafnum heldur en á Þingvöllum en loftrakinn er yfir svipað bil. Rakinn í trjástafnum er hærri í Húsafelli heldur en á Þingvöllum. Eins og nefnt hefur verið að það gæti þetta verið vegna þess að trjástafurinn er staðsettur undir sinu í Húsafelli en yfir henni á Þingvöllum. Ef við skoðum bara þéttasta gagnaskýið sem er báðum megin þá eru það mjög svipuð gildi.



Mynd 18. Skotrit af öllum gögnum (10 mínútna) í maí 2021, raki [%] í trjástaf sem fall af raka [%] í lofti. (Til vinstri) Húsafell. (Til hægri) Þingvellir.

Skoðum svo skotrit af öllum hitagildunum sem tekin voru yfir sama tímabil (mynd 19) ásamt gildum í töflum 6 og 7. Sjá má að hiti er hæstur í Húsafelli bæði í lofti og í trjástaf en lægstur á Þingvöllum. Það er greinilega samræmi á milli lofts og trjástafs.



Mynd 19. Skotrit af 10 mínútna gögnum í hita [°C] í maí 2021.

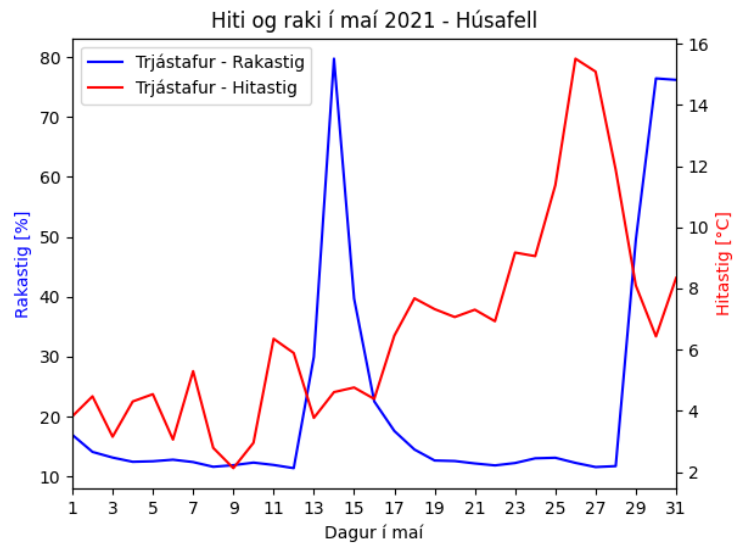
Tafla 6. Lofthiti [°C] í maí 2021.

Staður	Meðalhiti	Hæsti hiti	Lægsti hiti
Húsafell	4,57	20,3	-8,0
Þingvellir	4,36	16,0	-9,1
Skorradalur	4,56	17,2	-6,2

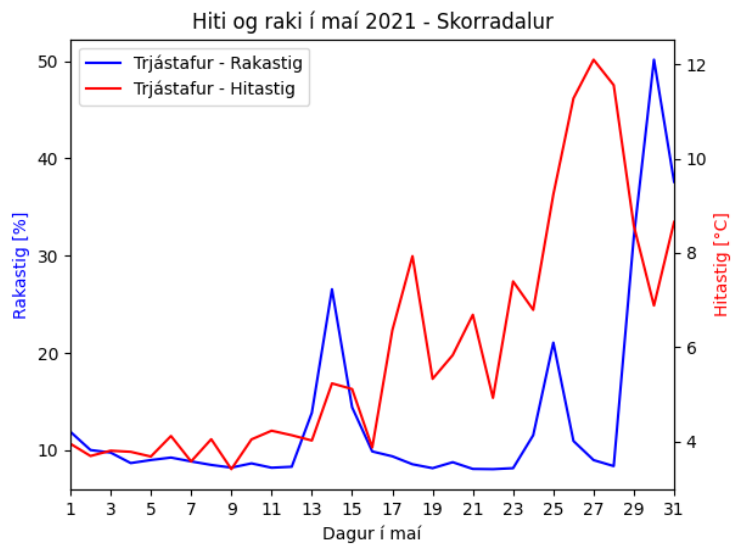
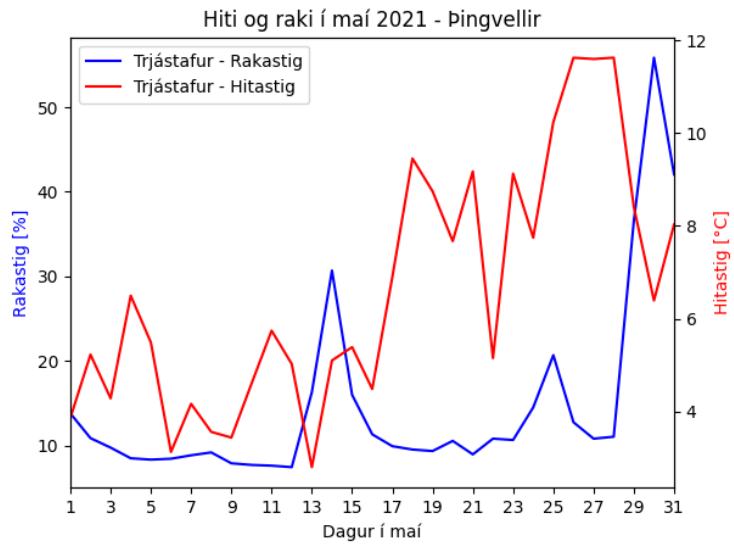
Tafla 7. Hiti í trjástaf [°C] í maí 2021.

Staður	Meðalhiti	Hæsti hiti	Lægsti hiti
Húsafell	6,58	37,6	-9,5
Þingvellir	6,60	23,8	-14,5
Skorradalur	5,96	23,5	-8,6

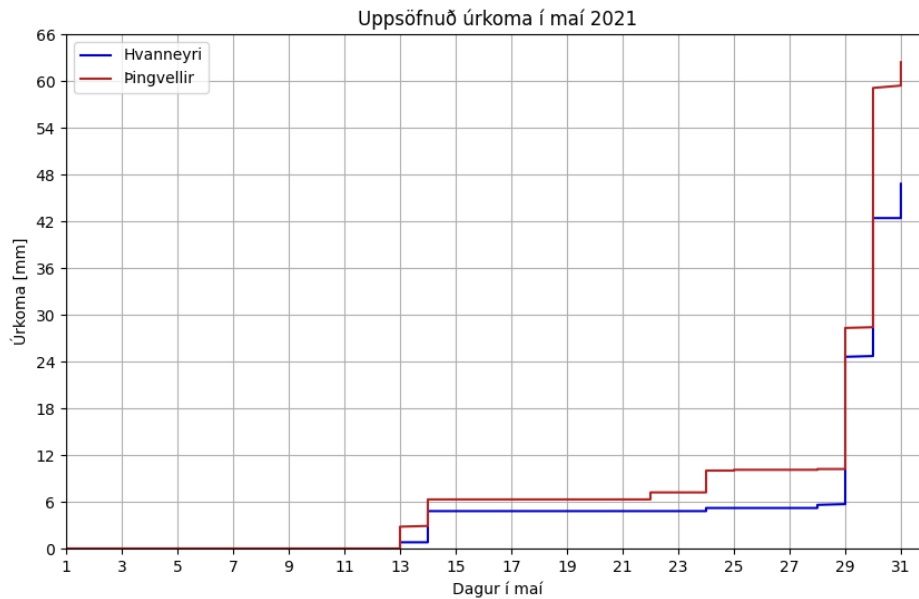
Myndir 20–21 sýna dagsmeðaltöl í maí 2021 fyrir alla þrjá staðina. Sjá má að það eru augljóslega a.m.k. tveir rigningardagar, 14. maí og 30. maí, þegar rakastig eykst mikið. Á Þingvöllum og í Skorradal eykst rakastigið 25. maí sem gefur til kynna rigningardag, skoða þarf það aðeins betur. Hægt er að bera gögnin saman við uppsafnaða úrkomu, mynd 22. Ef borið er saman mynd 20 og mynd 22 þá sést að það var rigning á Hvanneyri á sama tíma og rakastigið rýkur upp í Húsafelli. Það sama á við um mynd 21. Þar sést vel að rakastigið rýkur upp 14. maí, 25. maí og 30. maí á myndum og á sama tíma sést að það mældist úrkoma þessa daga á Þingvöllum. Áhugavert er að í kjölfar þessara úrkomudaga lækkar rakastigið hratt niður aftur á næstu 3–4 dögum.



Mynd 20. Dagsmeðaltöl úr trjástaf í maí 2021, raki [%] og hiti [°C] í Húsafelli.

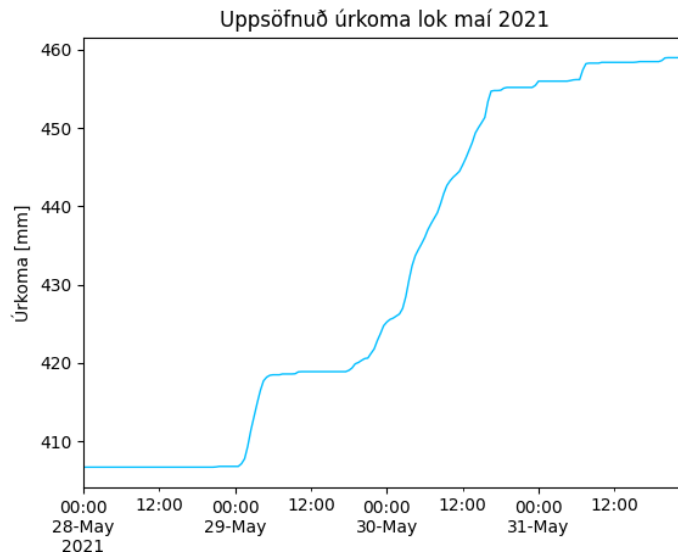


Mynd 21. Dagsmeðaltöl úr trjástaf í maí 2021, raki [%] og hiti [°C] á Þingvöllum og í Skorradal.



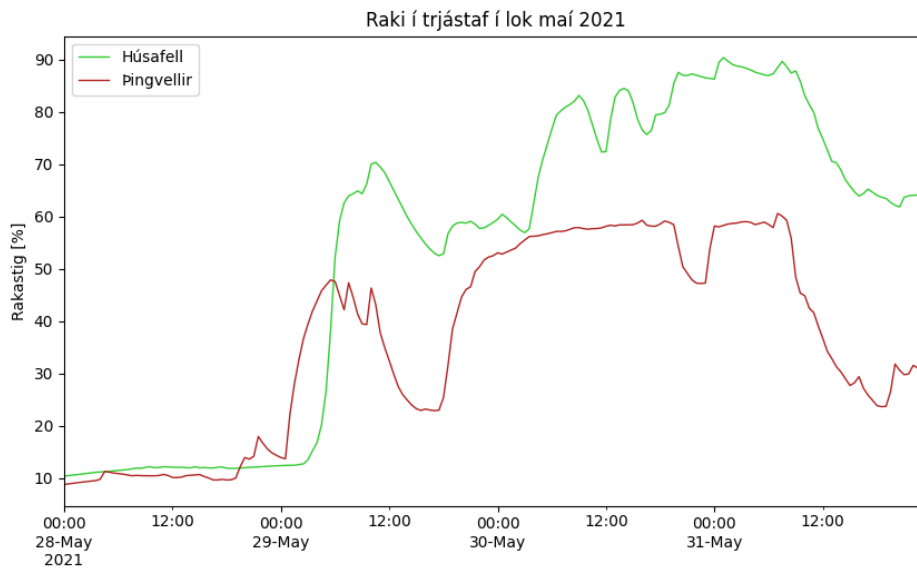
Mynd 22. Uppsöfnuð úrkoma [mm] í maí 2021, annars vegar á Hvanneyri (blá lína) og hins vegar Þingvöllum (rauð lína).

Skoðum betur síðustu dagana í mánuðinum. Á mynd 23 má sjá uppsafnaða úrkomu frá 28. maí og fram til lok mánaðarins. Sjá má að það hefur ekki byrjað að rigna fyrr en 29. maí rétt eftir miðnætti og rignt hefur fram að morgni. Svo styttir upp en byrjar að rigna aftur seinnipartinn og stendur rigningin yfir nánast restina af mánuðinum fyrir utan 31. maí þar sem lítil úrkoma mældist.



Mynd 23. Uppsöfnuð úrkoma [mm] á Þingvöllum í lok maí 2021, tímaupplausn 30 mínútur.

Á mynd 24 má sjá rakastig í trjástaf í Húsafelli og á Þingvöllum. Það sést greinilega á rakastiginu í Húsafelli að það byrjaði að rigna eftir miðnætti 29. maí, svo stytta upp yfir daginn og rakastigið lækkar aðeins en hækkar svo aftur seinnipart 29. maí. Á Þingvöllum er rakastigið töluvert lægra en í Húsafelli og flökta gögnin töluvert meira. Þrátt fyrir flöktið sést að rakastigið hækkar í takt við úrkomuna á mynd 23. Einnig má sjá á báðum stöðum þurrkinn 31. maí þar sem rakastigið lækkaði nokkuð hratt.

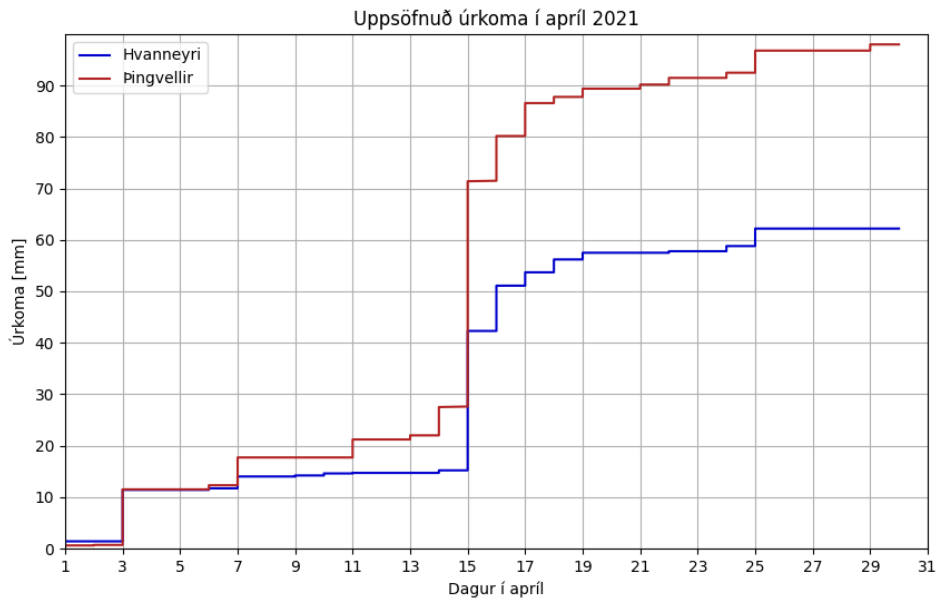


Mynd 24. Rakastig í trjástaf [%] í lok maí 2021, annars vegar í Húsafelli (græn lína) og hins vegar á Þingvöllum (rauð lína), tímaupplausn 30 mínútur.

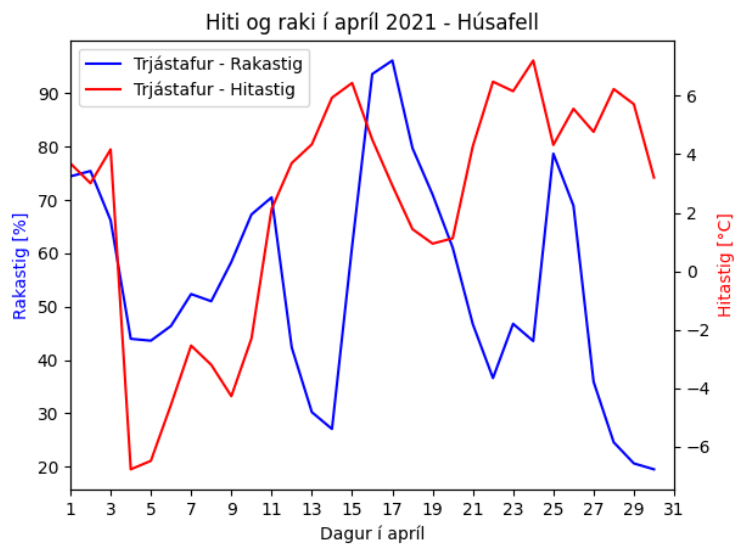
4. maí 2021 - Gróðureldar í Heiðmörk

Eins og áður hefur komið fram þá er tenging milli úrkomu, rakastigs og hitastigs bæði í lofti og í trjástafnum. Skoðum nú tengingu við gróðurelda. Vitað er að 4. maí 2021 kviknuðu gróðureldar í Heiðmörk (sjá meira á vef Náttúrufræðistofnunar Íslands). Engir trjástafir eru á svæðinu en veðurfar ætti að vera nokkuð svipað og þar sem mælingar svor enda allt á Suðvesturlandi.

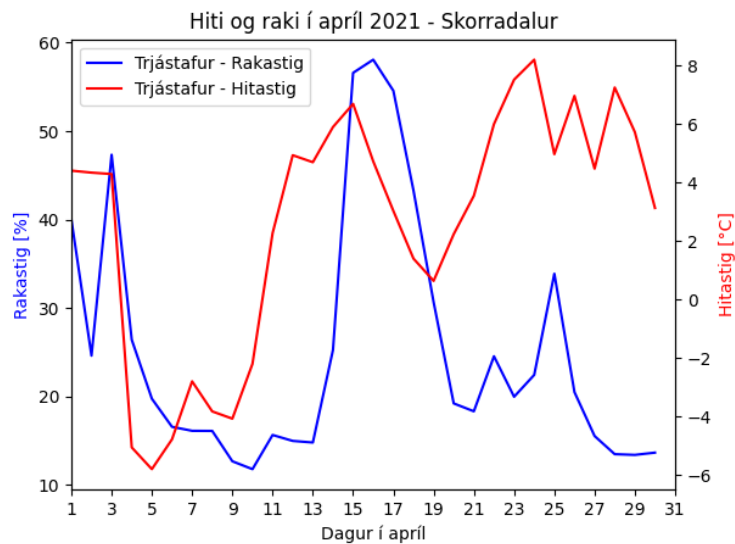
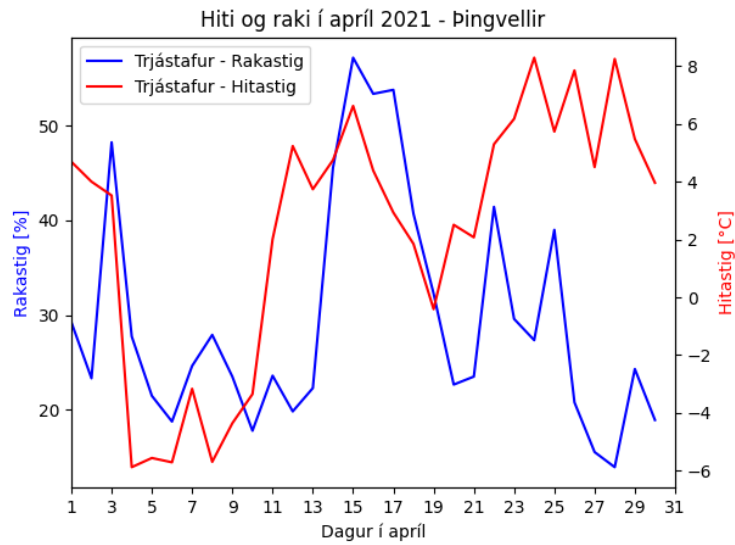
Skoðum dagana fyrir 4. maí. Á mynd 25 má sjá uppsafnaða úrkomu í apríl og á mynd 22 er uppsöfnuð úrkoma í maí. Sjá má að síðasti rigningardagur fyrir 4. maí var 25. apríl á Hvanneyri og 29. apríl á Þingvöllum. Þetta má líka sjá á myndum 26 og 27, þar sem rakastigið fór lækkandi frá 25. apríl í Húsafelli og í Skorradal en frá 29. apríl á Þingvöllum. Rakastigið helst í kringum 20% eða lægra frá þessum rigningardögum að 4. maí. Í Húsafelli og í Skorradal hafði verið þurrt í níu daga í röð og á Þingvöllum í fimm daga fram að gróðureldum í Heiðmörk 4. maí.



Mynd 25. Uppsöfnuð úrkoma [mm] í apríl 2021, annars vegar á Hvanneyri (blá lína) og hins vegar Þingvöllum (rauð lína).



Mynd 26. Dagsmeðaltöl úr trjástaf í apríl 2021 í Húsafelli, raki [%] og hiti[°C].



Mynd 27. Dagsmeðaltöl úr trjástaf í apríl 2021 á Þingvöllum og í Skorradal, raki [%] og hiti [°C].

Þetta vor var því nokkuð þurrt og frekar kalt þar sem meðalhitinn í apríl og maí var undir meðalhita síðustu ára (Veðurstofa Íslands, 2021a). Eins og komið hefur fram þá getur kalt og þurrt vor gefið hagstæðar aðstæður fyrir gróðurelda þar sem gróðurinn er þurr eftir bæði frost og regnleysi en jafnframt lítið kominn af stað og því tilvalinn eldsmatur.

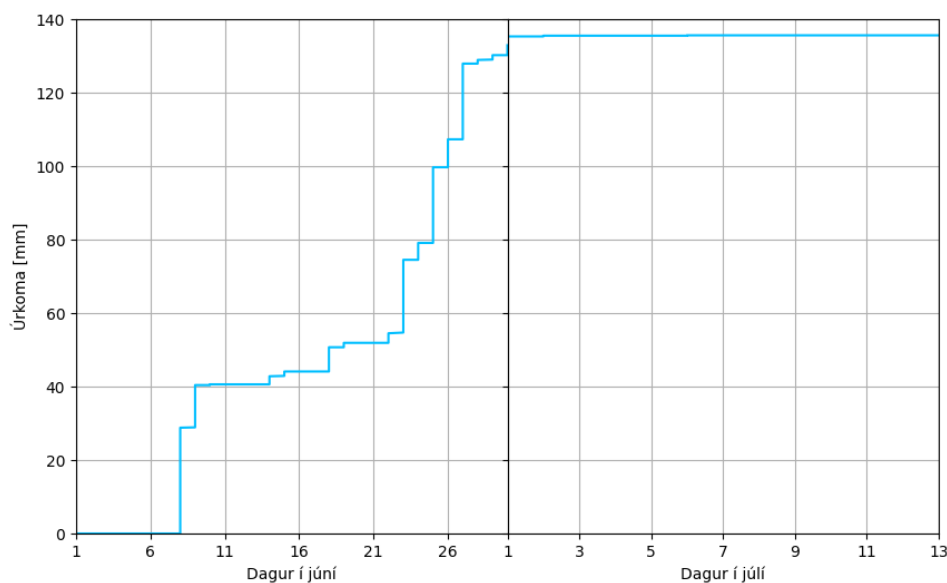
Mái 2021 - Gróðureldar í Fagradalsfjalli

Eftir langvarandi þurrka kviknuðu gróðureldar víða á vestan- og sunnanverðu landinu í fyrrihluta máí 2021 (sjá meira á vef Náttúrufræðistofnunar Íslands). Við eldstöðvarnar við Fagradalsfjall (19. mars–18. september 2021) kviknuðu gróðureldar en íkveikjuvaldurinn var annars vegar hraunrennslið og hins vegar glóandi gjóska sem barst með vindinum. Víðtækustu eldarnir Ef skoðaðar eru aftur myndir 20–21 og 26–27 þá má sjá að í apríl og maí 2021 voru margir dagar í röð án úrkomu. Rakastigið lækkaði 25./29. apríl og hélst við 10% nánast fram að 12. maí og svo aftur aftur 19.–28. maí. Þessi mánuður var mjög þurr og hitastigið fór hækkandi eftir því sem leið á mánuðinn þrátt fyrir sveiflur. Þegar hitastig hækkar í þurru lofti þá eru auknar líkur á gróðureldum.

Júlí 2023

Vor/sumar 2023 var einnig frekar sérstakt. Vorið var úrkomusamt og hitastigið yfir meðallagi. Lítil hætta var á gróðureldum. Á mynd 28 má sjá uppsafnaða úrkomu sem féll í sumar (júní og júlí), í júní má sjá að það rigndi jafnt og þétt yfir mánuðinn. Ef skoðuð er byrjun júlí þá má sjá að þá rigndi aðeins 2. júlí en hélst þurrt þar eftir.

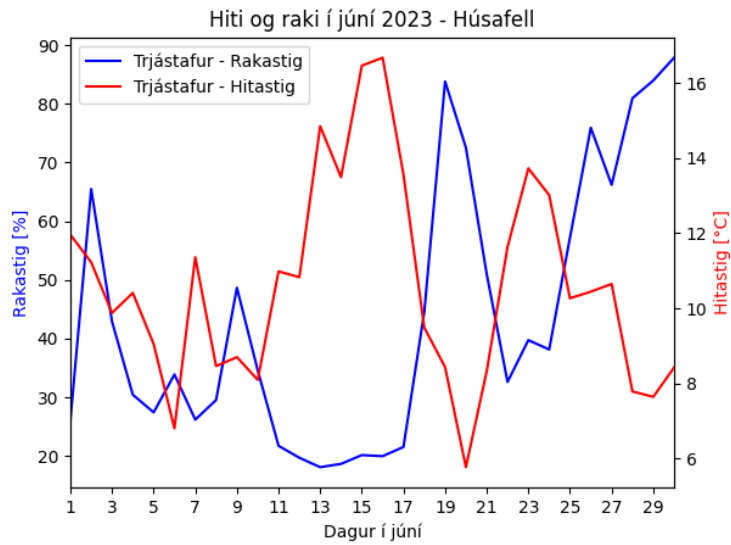
Uppsöfnuð úrkoma í júní og júlí 2023



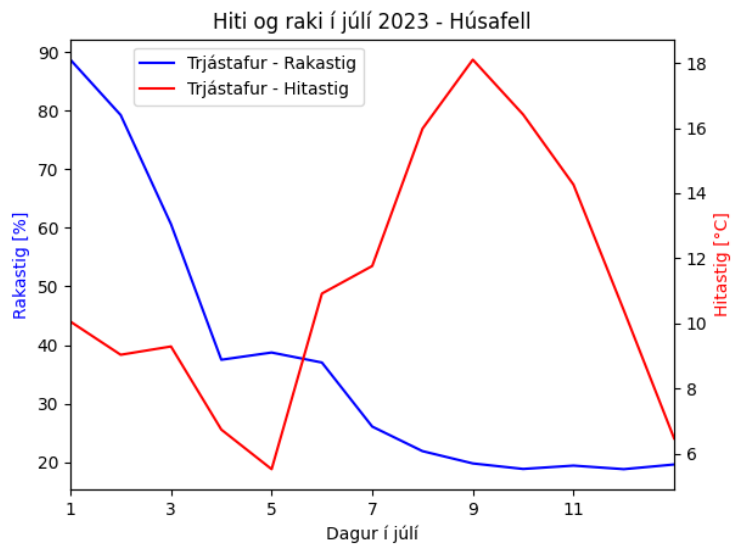
Mynd 28. Uppsöfnuð úrkoma [mm] í júní og júlí 2023 á Þingvöllum.

Til að skoða raka- og hitastigið í trjástafnum er gott að bera mælingar saman saman við rigningardagana og sjá hvað trjástafurinn sýnir. Á myndum 29 og 30 má sjá hita- og rakastig úr trjástafnum í júní og byrjun júlí í bæði Húsafelli og á Þingvöllum. Rakastigið sveiflast mikið, fer upp í tæplega 90% og niður fyrir 30% í Húsafelli í júní en helst undir 60% á Þingvöllum. Þar sem hitinn var 8-18°C á þessum stöðum, þá þornaði gróðurinn

hratt. Það gæti skýrt sveiflurnar. Ef horft er á júlí (myndir 29b og 30b) sést að rakastigið í trjástafnum fór undir 20% í Húsafelli og undir 10% á Þingvöllum og á sama tíma hækkaði hitastigið frekar hratt. Þegar það er þurr og hitastigið hækkar eins og gerðist frá 5. júlí þá eykst gróðureldahættan verulega. Trjástafurinn heldur raka stutt, en rakastig fellur hratt á þurrkímabilum.

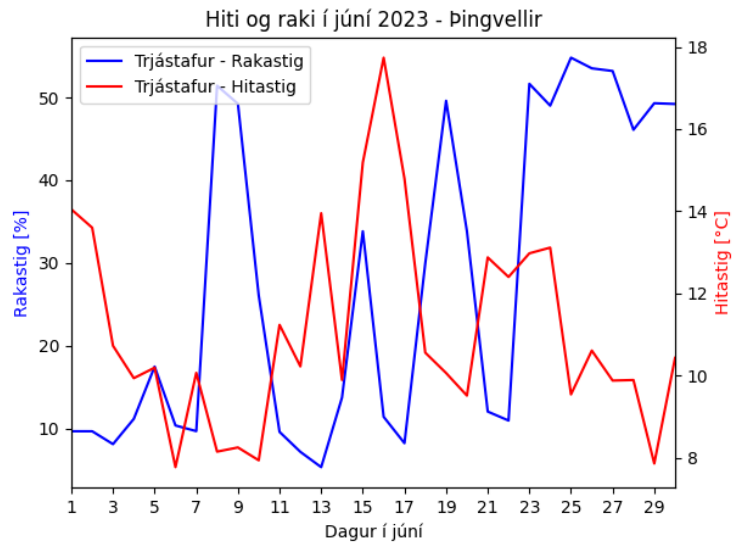


(a) Dagsmeðaltal í Húsafelli í júní 2023.

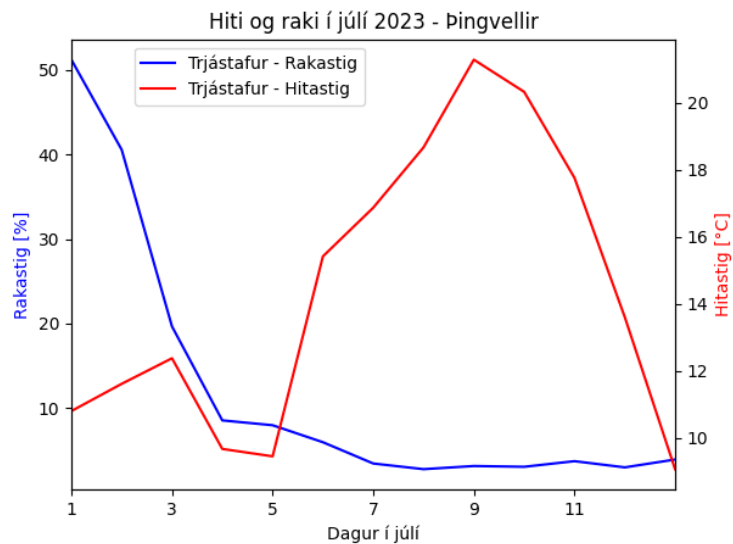


(b) Dagsmeðaltal í Húsafelli í júlí 2023.

Mynd 29. Dagsmeðaltöl úr trjástaf í júní og júlí 2023 í Húsafelli, raka- [%] og hitastig [°C].



(a) Dagsmeðaltal á Þingvöllum í júní 2023.



(b) Dagsmeðaltal á Þingvöllum í júlí 2023.

Mynd 30. Dagsmeðaltöl úr trjástafl í júní og júlí 2023 á Þingvöllum, raka- [%] og hitastig [°C].

Vitað er að sinubrúni varð þegar eldgosíð við Fagradalsfjall hófst 10. júlí 2023 sem erfitt var að ráða við þar sem mosinn var þurr og sífellt flæði af kviku viðhélta eldinum. Einnig varð gróðureldur í sunnanverðu Helgafelli í Mosfellsbæ þann 16. júní og í fólkváningum Einkunnum á Vesturlandi 25. júlí þar sem litlu mátti muna að eldurinn næði að breið-

ast út og verða þá illslökkvanlegur (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2023; Morgunblaðið, 2023; Skessuhorn, 2023). Úrkomulaust var frá 2. júlí og því töluverð gróðureldahætta.

7 Umræður

Til eru gögn frá trjástafnum frá 2014 í Húsafelli og á Þingvöllum og frá 2020 í Skorradal. Af þessum gögnum eru aðeins nothæf rakagögn frá júní 2015 fram til dagsins í dag í Húsafelli, frá júní 2020 til dagsins í dag á Þingvöllum og frá maí 2020 til dagsins í dag í Skorradal. Ónothæfu gögnin voru vegna hvarfs furustafs í Húsafelli og bilun í trjástaf á Þingvöllum. Ef tekin eru áhersluárin, 2016 (þurrt), 2018 (blautt), 2019 (blautt) og 2021 (þurrt), þá var einungis hægt að bera saman gögnin frá 2021 þar sem það er eina árið þar sem allir mælur voru virkir. Hin árin voru skoðuð þar sem til voru gögn í Húsafelli. Lítil sem engin fylgni er á milli loftraka og raka í trjástaf en jákvæð fylgni er á milli lofthita og hita í trjástafnum. Munur á lofti og trjástafnum getur verið vegna staðsetningar trjástafsins og næmni furustafsins. Raki í trjástafnum er yfirleitt lægri en í lofti en það getur verið vegna þess hvernig að furustafurinn heldur rakanum. Hitinn er svipaður í lofti og í trjástafnum og vel er hægt að greina snjóhulu með því að skoða muninn á hitanum. Fylgni er á milli raka í trjástaf og úrkomu og er vel hægt að sjá rigningu út frá rakanum í trjástafnum.

Sjá má að gögnin passa vel við veðurfar hvers tíma fyrir sig, munur er á blautum og þurrum vorum þar sem rakinn er hár á blautum vorum og frekar lágur á þurrum og hækkar skarpt þegar það rignir. Þegar borin eru saman gögn frá sama tímabili í bæði Húsafelli og á Þingvöllum má sjá að það er töluvert meiri sveifla í raka í Húsafelli heldur en á Þingvöllum og er talið að það sé vegna mismunandi staðsetningar mælanna miðað við yfirborðið, undir/inn í sinu í Húsafelli og yfir gróðri á Þingvöllum. Ekki er vitað hversu mikil áhrif staðsetningin hefur á mælingarnar en það hlýtur að hafa einhver áhrif. Einnig er mikið flökt á raka í trjástafnum ef skoðuð eru 10 mínútna gögnin og því betra að nota klukkustundagildi eða daggildi. Hitinn í trjástafnum flöktir ekki eins mikið og er mun einfaldara að lesa úr þeim gögnum. Í áframhaldandi vinnu gæti verið gaman að skoða eimþrýstingsbælingu (e. water vapor pressure deficit) og/eða daggarmark (e. dew point). Vatnsgufuþrýstingsbæling er munurinn á raka í lofti og magn raka sem mettað loft getur haldið. Sá reikningur byggir á hitastigi sem rakastigið gerir ekki, sem dæmi þá er vatnsgufuþrýstingsbæling meiri í heitara lofti en köldu og væri þess vegna gaman að bera það saman við rakastigið (Philips, 2023).

Helstu niðurstöður þessarar frumskoðunar á gögnum úr trjástaf er að mælingar virðast áreiðanlegar og fylgja að mörgu leyti breytingum í lofti. Staðsetning mælisins í Húsafelli skapar þó ákveðna óvissu í túlkun gagna.

Næstu skref gætu verið, auk þess að skoða vatnsgufuþrýstingsbælingu, að kanna hvort úrvinnsla meðaltala yfir lengra tímabil eða t.d. mælingar á lengd þurkk tímabila kunni að koma að notum við að meta gróðureldahættu.

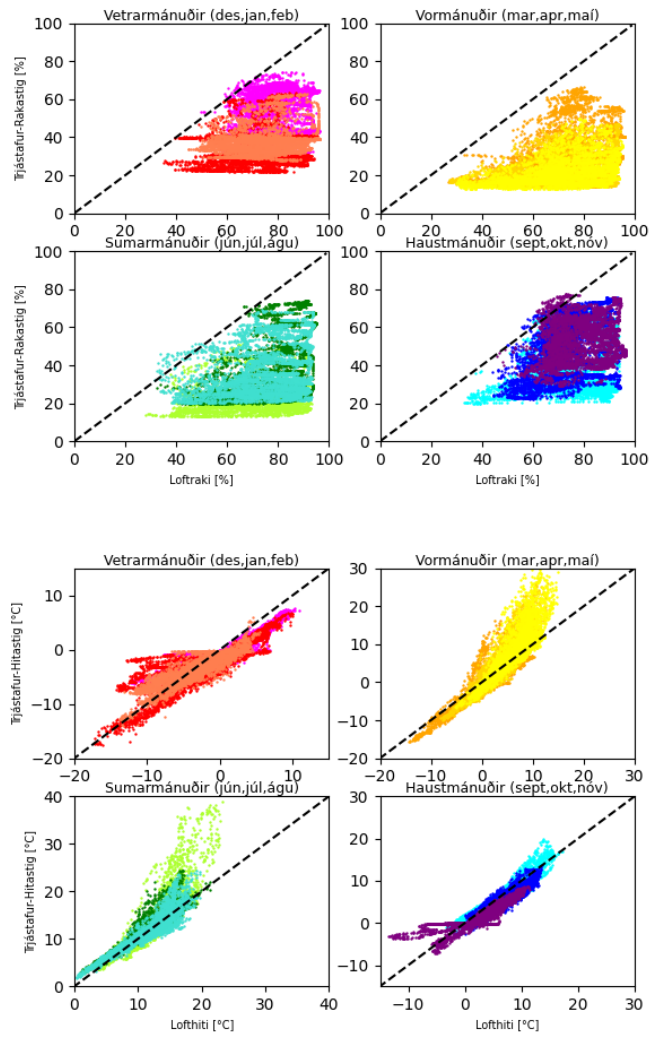
I Árstíðaskipt skotrit

Skotrit voru gerð yfir öll áherslu ár og var gögnunum skipt upp í árstíðir til þess að hægt væri að greina betur hvern mánuð fyrir sig og skoða hvort það væri einhver munur á milli árstíða. Litur hvers mánaðar má sjá á mynd 31.

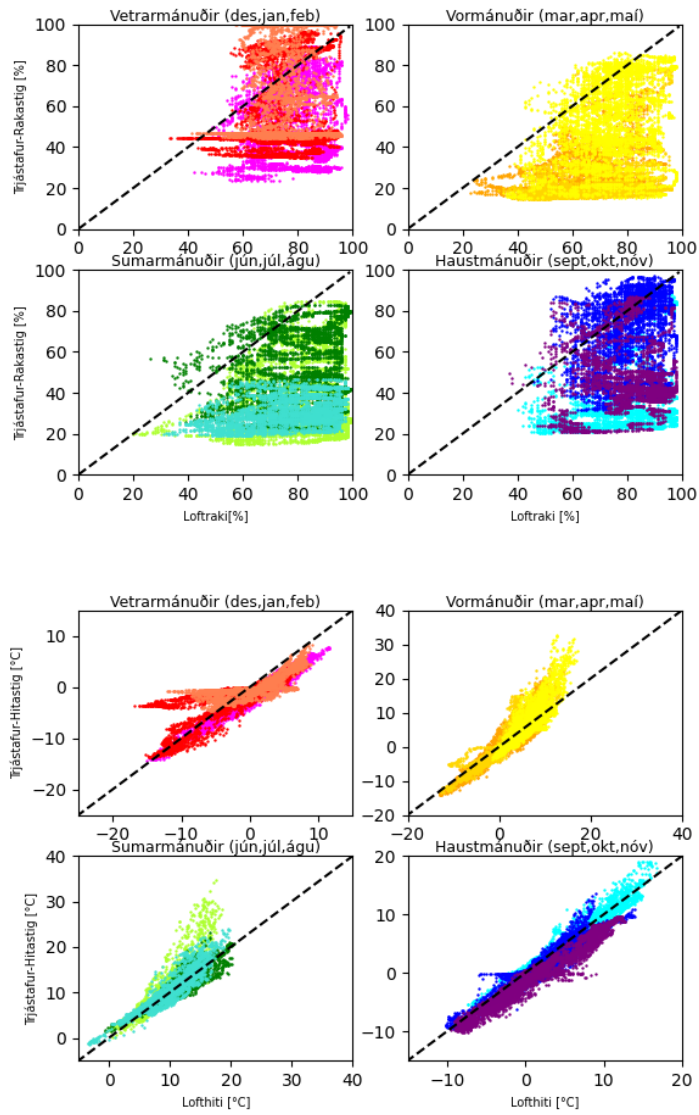


•	Janúar
•	Febrúar
•	Mars
•	Apríl
•	Maí
•	Júní
•	Júlí
•	Ágúst
•	September
•	Október
•	Nóvember
•	Desember
---	Fylgni lína
—	Besta lína

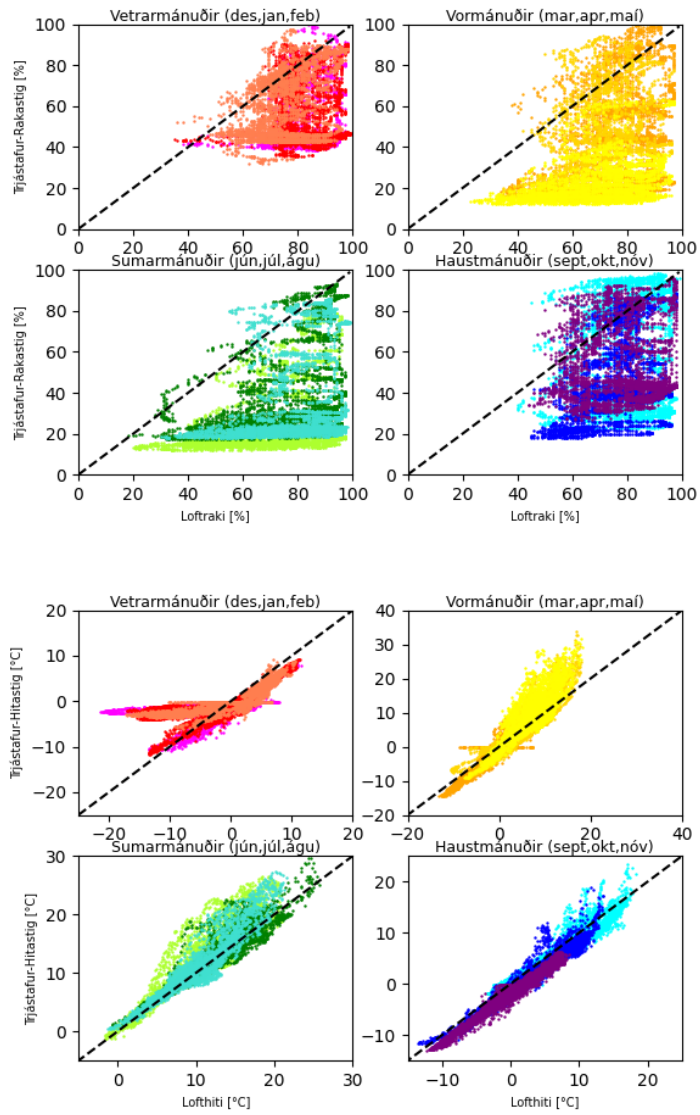
Mynd 31. Litir mánaða á skotritum.



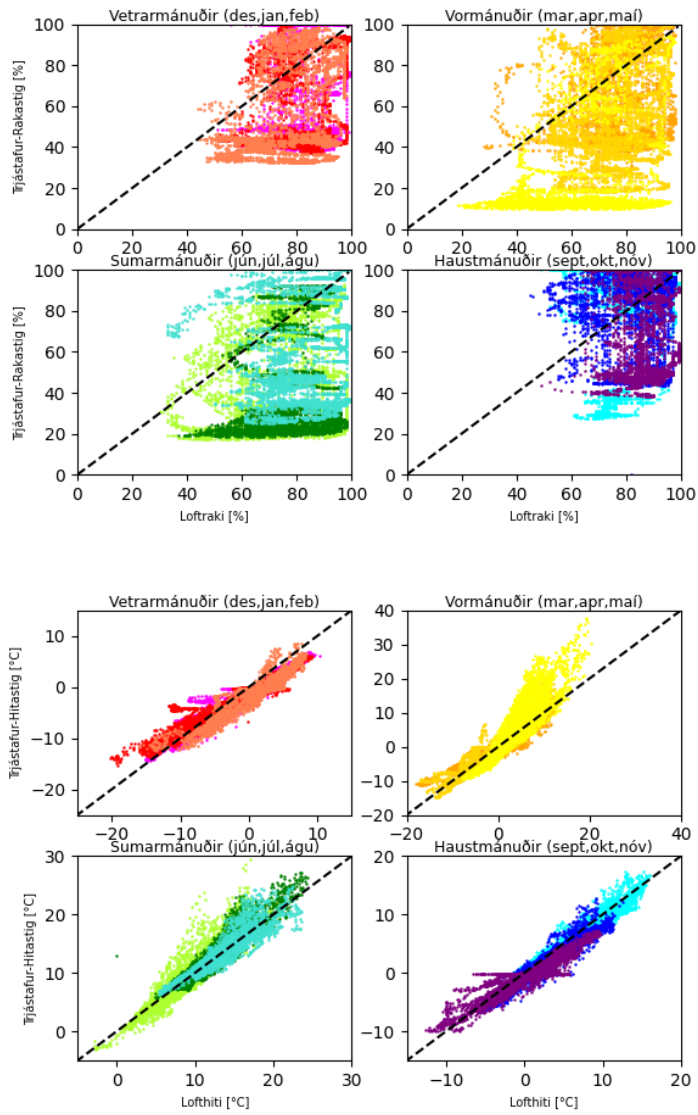
Mynd 32. Árstíðaskipt skotrit í Húsafelli 2016, bæði hiti [°C] og raki [%].



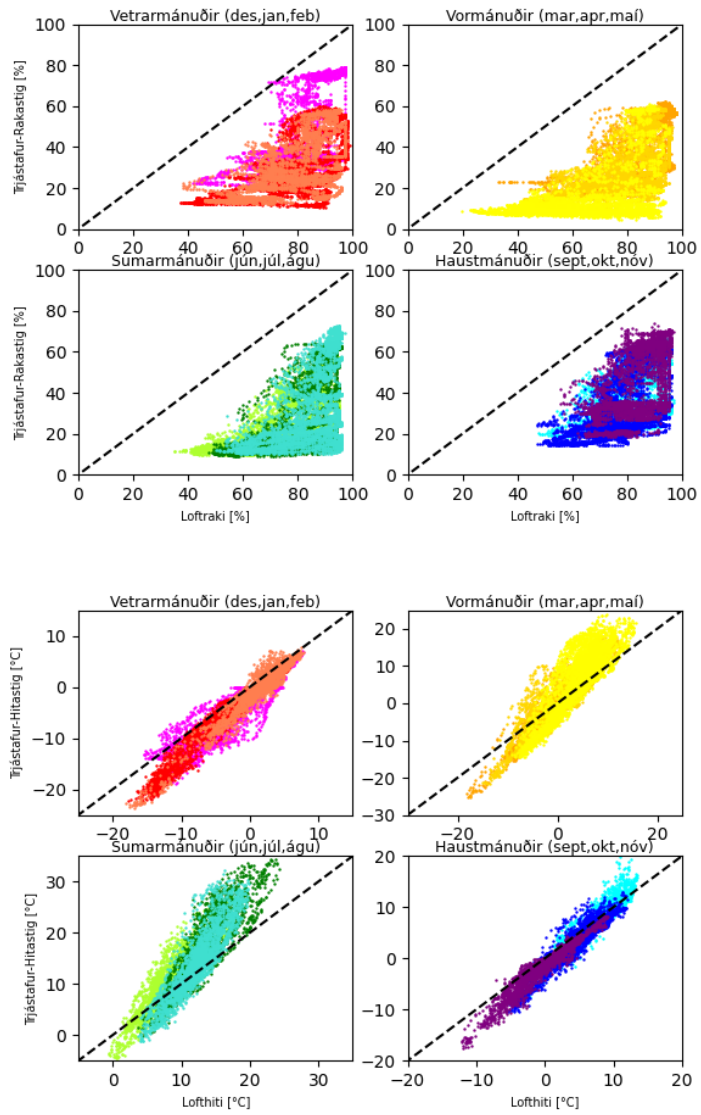
Mynd 33. Árstíðaskipt skotrit í Húsafelli 2018, bæði hiti [°C] og raki [%].



Mynd 34. Árstíðaskipt skotrit í Húsafelli 2019, bæði hiti [°C] og raki [%].



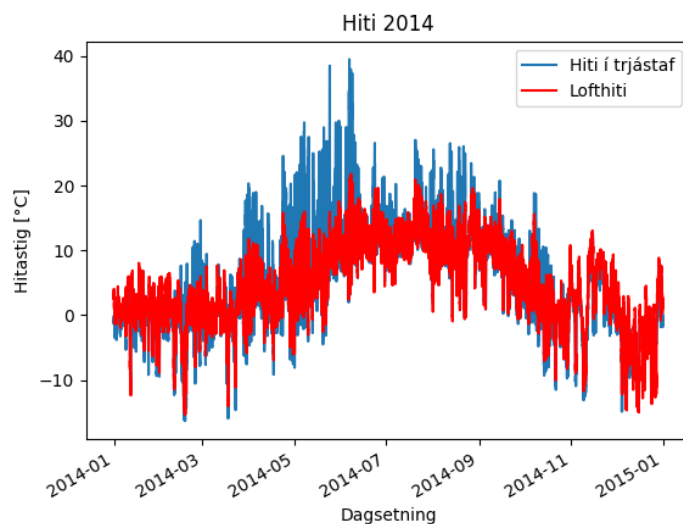
Mynd 35. Árstíðaskipt skotrit í Húsafelli 2021, bæði hiti [°C] og raki [%].



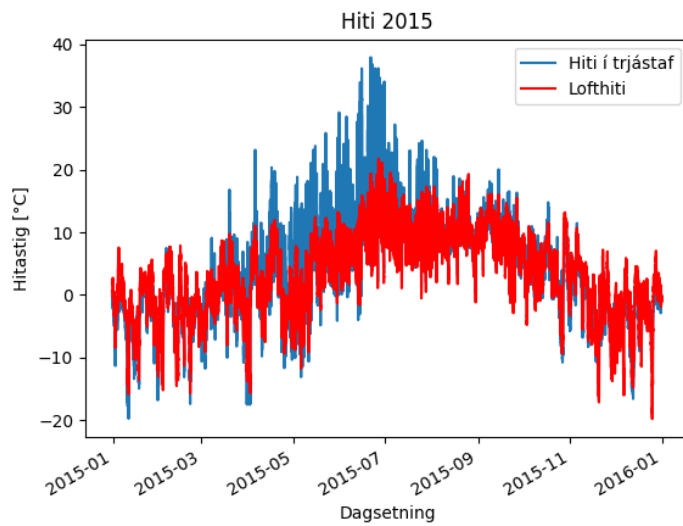
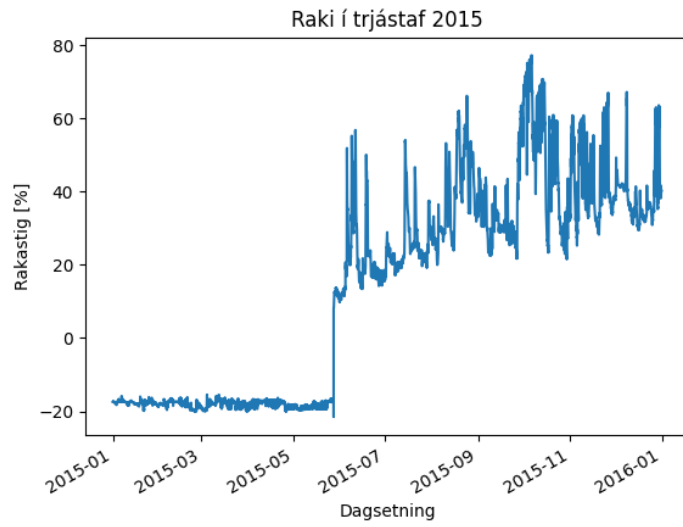
Mynd 36. Árstíðaskipt skotrit á Þingvöllum 2021, bæði hiti [°C] og raki [%].

II Skortur á rakagögnum úr trjástaf

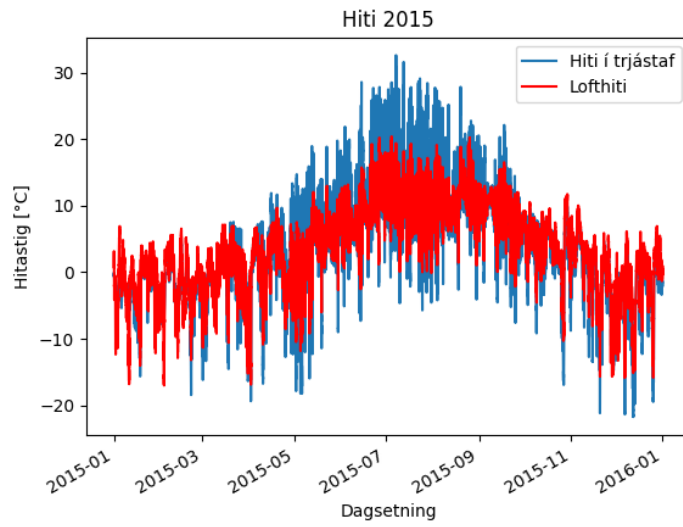
Samantekt af gögnum úr trjástaf þar sem furustaf vantaði eða var bilaður. Sjá má að hitinn er yfirleitt í lagi þrátt fyrir bilun furustafs.



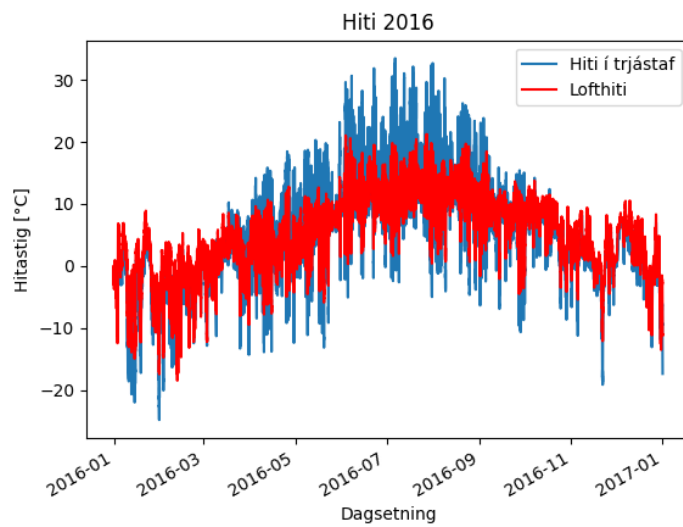
Mynd 37. Hiti [°C] í trjástaf í Húsafelli árið 2014. Furustaf vantaði svo engin gögn eru fyrir raka [%].



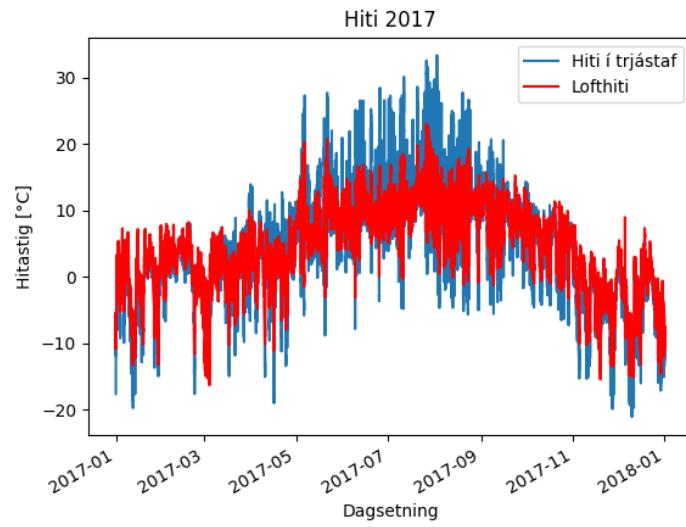
Mynd 38. Raki [%] og hiti [°C] í trjástaf í Húsafelli árið 2015. Furustafur settur á í júní, raki fyrir það ónothæfur.



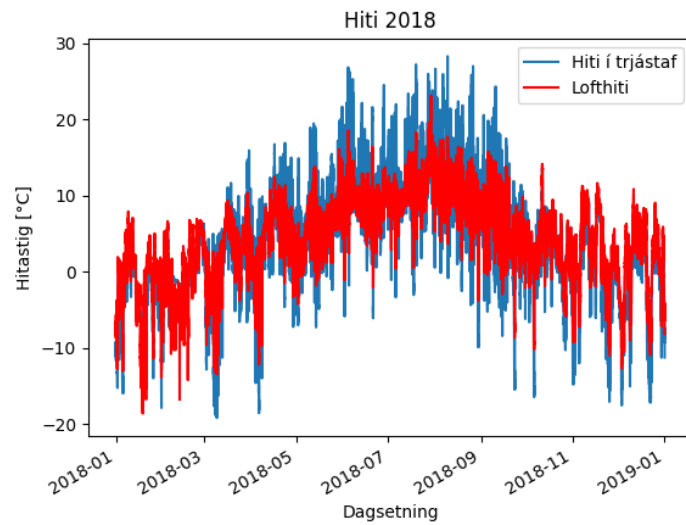
Mynd 39. Hiti [°C] í trjástafl á Þingvöllum árið 2015. Engin gögn fyrir raka.



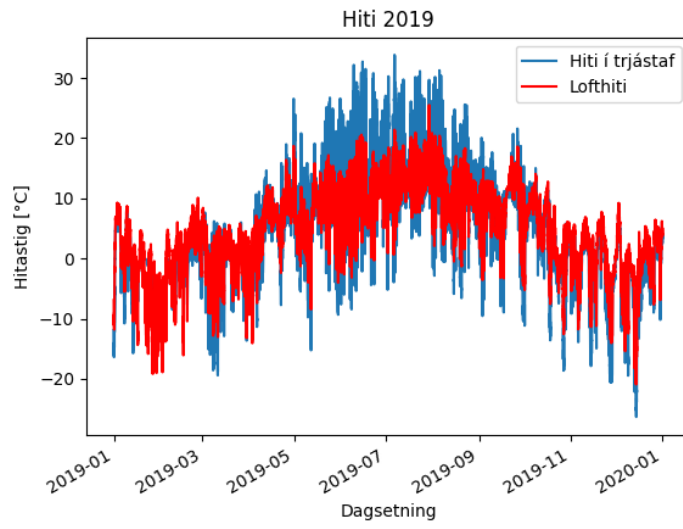
Mynd 40. Hiti [°C] í trjástafl á Þingvöllum árið 2016. Engin gögn fyrir raka.



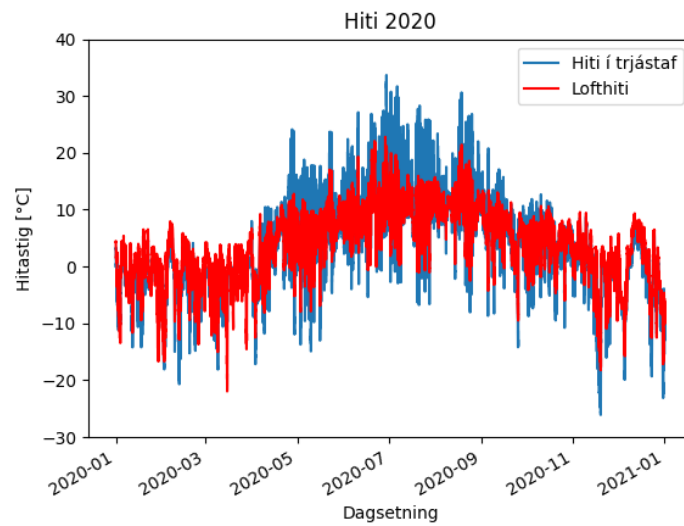
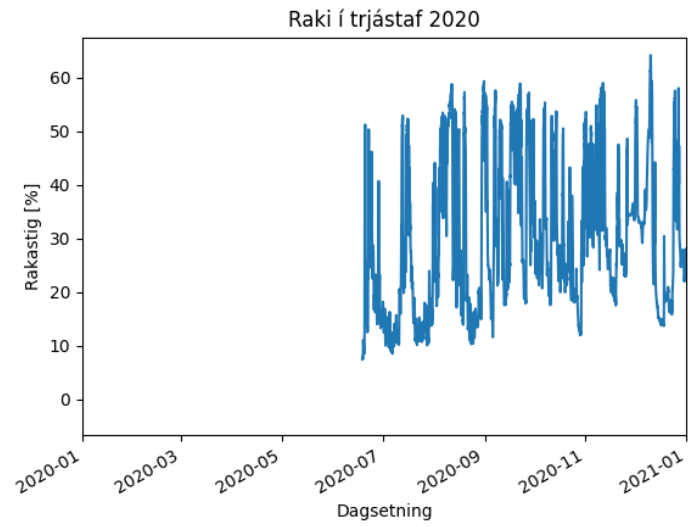
Mynd 41. Hiti [°C] í trjástað á Þingvöllum árið 2017. Engin gögn fyrir raka.



Mynd 42. Hiti[°C] í trjástað á Þingvöllum árið 2018. Engin gögn fyrir raka.



Mynd 43. Hiti [°C] í trjástað á Þingvöllum árið 2019. Engin gögn fyrir raka.



Mynd 44. Raki [%] og hiti [°C] í trjástaf á Þingvöllum árið 2020. Rakamælir lagaður í júní.