

Upphitun ípróttavalla árið 2015

Guðni Þorvaldsson og Svavar Tryggvi Óskarsson



Upphitun íþróttavalla árið 2015

Guðni Þorvaldsson
Landbúnaðarháskóli Íslands

og

Svavar Tryggvi Óskarsson
Orkuumsjón ehf

EFNISYFIRLIT

YFIRLIT	2
SUMMARY IN ENGLISH.....	3
INNGANGUR	4
EFNIVIÐUR OG AÐFERÐIR.....	4
NIÐURSTÖÐUR	4
Glæðitap	12
Rætur	12
Orkunotkun og kostnaður	19
ÁLYKTANIR.....	21
ÞAKKARORÐ.....	21
HEIMILDIR.....	21

YFIRLIT

Markmið rannsóknarinnar var að komast að því hvort lengja mætti notkunartíma íþróttavalla með því að hita jarðveginn með hitaveituvatni síðla vetrar og fram á vor. Könnuð voru áhrif 4 mismunandi hitunarmeðferða, í samanburði við óupphitað, á 6 grastegundir.

Byggður var sérstakur 300 fermetra tilraunareitur við Korpúlfsstaði í Reykjavík árið 2009 og upphitun hófst í lok mars 2010. Hitunarmeðferðirnar voru á 60 fermetra stórreitum og grastegundirnar á 10 fermetra smáreitum. Hitameðferðirnar fólu í sér langa (frá 1. mars) eða stutta (frá 1. apríl) upphitun þar sem hitinn í 10 cm dýpt var annars vegar 5°C og hins vegar 10°C borið saman við enga upphitun. Eftirtaldar grastegundir voru prófaðar: Vallarsveifgras (*Poa pratensis*), vallarrýgresi (*Lolium perenne*) og snarrótarpunktur (*Deschampsia caespitosa*) fyrir knattspyrnuvelli en rauðvingull (*Festuca rubra*) 2 yrki og skriðlíngresi (*Agrostis stolonifera*) fyrir golfflatir.

Skýrsla um niðurstöður fyrstu fimm árána var gefin út árið 2015. Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir niðurstöðum síðasta ársins (2014-2015). Árið 2015 var gerð breyting á tilraunaskipulaginu á þann vega að reitirnir voru hitaðir lengur og hærrí hitinn að vori var hækkaður úr 10°C í 15°C og sá lægri úr 5 í 10°C. Kerfið fór í gang haustið 2014 og hélt hitanum í 5°C í tveimur reitum og 10°C í öðrum tveimur allt þar til hitinn var hækkaður í tveimur reitum 27. febrúar og hinum tveimur 1. apríl.

Veturinn og vorið var kalt. Upphitaðir reitir urðu algrænir tæpum mánuði á undan óupphitaða reitnum. Upphitun í 15°C að vori virtist ekki flýta grænkun reita umfram upphitun í 10°C. Upphitun í 10°C fyrri part vetrar virtist ekki gefa neitt umfram upphitun í 5°C.

Grasið skemmdist ekki í reitunum þó jarðvegshiti væri 15°C.

Rótarsýni voru tekin 22. apríl og 23. júlí 2015 niður í 18 cm dýpt. Rætur voru fallegar og upphitun allan veturinn 2015 og 2-3 mánuði á ári næstu fjögur ár á undan virtist ekki hafa skaðað rôtarkerfi grasanna.

Jarðvegssýni voru tekin 23. júlí og glæðitap mælt. Upphitun virtist ekki hafa haft mikil áhrif á glæðitap í reitum sem byrjað var að hita 1. mars en lækkaði glæðitap, og þar með magn lífræns efnis í jarðveginum, í reitum sem byrjað var að hita 1. apríl. Þessar niðurstöður komu á óvart og þarfnast nánari skoðunar.

Orkan í heita vatninu nýttist vel og það þurfti 23 kWh m² til að halda jarðvegshita í 5°C frá haustinu 2014 til febrúarloka 2015 sem jafngildir 44 kr á m². Til að halda hitanum í 10°C þurfti 54 kWh m² sem jafngildir 105 kr á m². Ef þetta er yfirfært í kr á 7.140 m² fótboltavöll verða þetta 317.016 kr fyrir 5°C en 747.558 kr fyrir 10°C.

Til að halda jarðveginum í 10°C í mars, apríl og maí þurfti 1,40 kWh m²/dag en 2,87 kWh m² /dag til að halda honum í 15°C. Ef þetta er yfirfært á 7.140 m² fótboltavöll kostaði 591.906 kr að halda honum í 10°C í þessa þrjá mánuði en 1.216.085 kr að halda honum í 15°C.

SUMMARY IN ENGLISH

The aim of this project was to examine the possibility to extend sport season of grass courses by geothermal heating in late winter and spring. The impact of five different thermal treatments were tested on six grass varieties.

A test green of 300 m² was constructed at Korpúlfsstaðir in Reykjavík in 2009 and the treatment started in late March 2010. The five heating treatments were tested on 60 m² whole plots and the six grass varieties were on 10 m² subplots. Geothermal treatments included long term heating (from 1 March) and short term heating (from 1 April) at two temperatures in 10 cm depth (5°C and 10°C) compared to no heating. The grass species tested were Smooth meadow grass (*Poa pratensis*), perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and tufted hairgrass (*Deschampsia caespitosa*) for football courses, and creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera*) and two varieties of red fescue (*Festuca rubra*) for golf greens.

A report with results from the first five years was published in 2015. This report is about the last experimental year (2014-2015). That year the geothermal treatment was changed so the heating period was longer and the soil temperature set higher in the spring, 10° instead of 5°C and 15°C instead of 10°C. The heating system started to heat in autumn 2014 and kept the temperature in 5°C in two plots and 10°C in other two plots until the temperature was increased in two plots 27 February 2015 and 1 April in the other two plots.

The weather during winter and spring was cold. The geothermal plots became fully green almost a month earlier than the unheated plot. Heating to 15°C in spring did not speed up the coming of green colour compared to heating to 10°C. Heating to 10°C in autumn and early winter did not extend the season further than heating to 5°C.

The grasses were not damaged in the heated plots even at 15°C.

Root samples, down to 18 cm, were taken 22 April and 23 July 2015. The roots were healthy and the geothermal treatments had not damaged them.

Soil samples were collected 23 July and loss on ignition measured. Thermal treatments that started 1 March did not affect the loss on ignition but thermal treatment that started 1 April did. This was unexpected and further studies are needed.

Energy efficiency of the hot water used was good, 23 kWh m² were needed to keep the soil temperature in 10 cm depth at 5°C from early autumn until the end of February, which mean 44 ISK per m². Comparable values for temperature at 10°C were 54 kWh m² and 105 ISK m². If this is transferred to a 7.140 m² football field it will cost 317.016 ISK to keep the temperature at 5°C and 747.558 ISK at 10°C.

To keep the soil temperature at 10°C during March, April and May, 1.40 kWh m²/day were needed and 2.87 kWh m²/day were needed to keep it at 15°C. If this is transferred to a 7.140 m² football field it would cost 591.906 ISK to keep the soil temperature at 10°C and 1.216.085 ISK at 15°C.

INNGANGUR

Vorið 2010 var sett af stað tilraun þar sem prófað var að hita upp jarðveg íþróttavallar í þeim tilgangi að flýta fyrir því að gróður lifnaði á vorin. Markmið rannsóknarinnar var að komast að því hvort lengja mætti notkunartíma íþróttavalla með því að hita jarðveginn með hitaveituvatni síðla vetrar og fram á vor. Könnuð voru áhrif 4 mismunandi hitunarmeðferða, í samanburði við óupphitað, á 6 grastegundir. Reitir með hitalögnum voru búnir til á Korpúlfsstöðum og þeir hitaðir mislengi og mismikið. Til samanburðar var óupphitaður reitur.

Tilraunin var framkvæmd með svipuðum hætti árin 2010-2014. Að því loknu var gefin út skýrsla um niðurstöðurnar (Guðni Þorvaldsson og Svavar T. Óskarsson 2015). Niðurstöðurnar sýndu að með upphitun væri hægt að flýta því að reitirnir grænkuð og grösin þoldu það að jarðvegurinn væri hitaður í 10°C frá því í byrjun mars. Orkan í heita vatninu nýttist vel, mun betur en við húshitun.

Árið 2015 var gerð breyting á tilraunaskipulaginu á þann vega að reitirnir voru hitaðir lengur og hærri hitinn var hækkaður úr 10°C í 15°C og sá lægri úr 5 í 10°C. Niðurstöður fyrir árið 2015 eru kynntar í þessari skýrslu.

EFNIVIÐUR OG AÐFERÐIR

Í skýrslunni frá 2015 er upphitunarkerfinu og tilraunaskipulaginu lýst (Guðni Þorvaldsson og Svavar T. Óskarsson 2015) og verður það ekki endurtekið hér. Ætlunin var að hafa tímabáttinn óbreyttan frá fyrri árum þ.e. byrja upphitun á tveimur stórreitum 1. mars og hinum tveimur 1. apríl. Ákveðið var að hækka hitann og hafa hann 10 og 15°C í stað 5 og 10°C eins og verið hafði.

Um veturinn áttuðum við okkur á því að það hafði gleymst að loka fyrir vatnið vorið 2014 eins og ætlunin var. Þegar fór að kólna um haustið fór kerfið af stað og hélt hitanum í 5° og 10° í 10 cm dýpt. Við ákváðum að láta þetta vera svona þar til hitinn yrði hækkaður í 10 og 15°C 1. mars og 1. apríl. Þó ekki hafið verið ætlunin að hafa þetta svona gefur þetta áhugaverðar upplýsingar um áhrif hitunar allan veturinn og kostnað við svo langa upphitun.

NIÐURSTÖÐUR

Vorið 2015 var kalt og frost var í jörðu frá seinni hluta desember og langt fram í apríl (1.-3. tafla). Það hefur áður komið fram að ekki var slökkt á hitakerfinu sumarið 2014 og því fór það í gang þegar kólnaði um haustið. Kerfið leitaðist við að halda hitanum í 10 cm dýpt í 5°C í reitum 2 og 4 en 10°C í reitum 3 og 5. Enginn hiti var í reit 1 fremur en áður.

Þegar hitinn var hækkaður í tveimur reitum 27. febrúar voru reitirnir ekkert farnir að grænka enda var meðalhitinn í febrúar undir frostmarki. Þann 5. mars örlandaði á grænum lit í reitum sem voru hitaðir í 10 og 15 gráður. Þessir reitir grænkuðu hins vegar hægt og var reiturinn sem hitaður var í 15°C kominn með 4 í litareinkunn 1. apríl (4. og 5. tafla). Þann 9. apríl voru allir upphituðu reitirnir komnir með 7 í einkunn og 22. apríl voru þeir allir orðnir algrænir. Þetta árið var því ekki ávinningur af hitun í 15°C umfram 10°C. Upphitun í 10°C fram til 1. mars skilaði heldur ekki ávinningi umfram hitun í 5°C. Óupphitaði reiturinn grænkaði hins vegar mun seinna en hinir. Hann var byrjaður að grænka 9. apríl og varð hálfgrænn um svipað leiti og hinir urðu algrænir (22. apríl) en ekki algrænn fyrr en 18. maí. Hann varð því algrænn tæpum mánuði á eftir hinum reitunum. Hafa verður í huga að vorið 2015 var kalt og

tún og úthagi grænkuðu seint t.d. fóru túnin á Korpu ekki að grænka fyrr en um miðjan maí. Á 1. – 7. mynd sést þróunin í græna litnum í tilrauninni. Litirnir mættu þó vera skýrari á myndunum.

Meðallofthiti á Korpu í apríl og fram til 13. maí 2015 var 2,1°C enda grænkaði mjög hægt þar sem enginn hiti var undir. Það hlýnaði aðeins 14. maí og þá fóru túnin á Korpu að grænka og óupphitaði reiturinn varð algrænn 18. maí eins og áður hefur komið fram.

1. tafla. Lofthiti, jarðvegshiti, úrkoma, snjóhula, snjódýpt og jarðklaki í einstökum mánuðum á Korpu árin 2014–2015. Jarðklaki er gefinn fyrir 15. og 30. hvers mánaðar.

2014	Hiti °C	Jarðvegshiti, °C			Úrkoma mm	Alhvítt dagafj.	Mesta snjódýpt cm	Klaki, cm	
	í 2 m hæð	5 cm	10 cm	20 cm				15.	30.
Janúar	2,5	-0,1	-0,1	0,0	90	7	15	20	20
Febrúar	1,9	-0,8	-0,7	-0,4	18	0		25	25
Mars	2,1	-0,1	-0,2	-0,3	154	11	16	25	20
Apríl	5,0	1,9	1,6	1,4	66	3	7		
Maí	8,1	7,9	7,7	8,0	57	0			
Júní	11,3	12,7	12,6	12,7	112	0			
Júlí	11,8	13,1	13,2	13,6	106	0			
Ágúst	11,6	11,8	12,1	12,9	52	0			
September	9,4	9,3	9,7	10,3	167	0			
Október	4,0	2,6	3,1	3,7	117	0			
Nóvember	5,6	3,3	3,3	3,3	84	0			
Desember	-1,0	0,1	0,3	0,8	133	28	33		10
Árið	6,0	5,2	5,2	5,5	1155	49	33		

2015	Hiti °C	Jarðvegshiti, °C			Úrkoma mm	Alhvítt dagafj.	Mesta snjódýpt cm	Klaki, cm	
	í 2 m hæð	5 cm	10 cm	20 cm				15.	30.
Janúar	-0,3	-0,4	-0,3	0,0	142	24	18	15	20
Febrúar	-0,1	-0,3	-0,3	-0,3	104	18	12	25	25
Mars	0,7	-0,2	-0,2	-0,3	194	20	21	30	30
Apríl	2,3	0,6	0,3	-0,1	61	9	6	20	
Maí	4,3	4,0	4,0	4,5	50	0			
Júní	9,2	10,2	9,7	9,8	20	0			
Júlí	11,3	13,3	12,9	13,1	35	0			
Ágúst	11,0	11,2	11,3	11,9	65	0			
September	9,2	8,8	9,3	9,9	117	0			
Október	5,2	4,4	4,9	5,4	186	0			
Nóvember	1,9	1,3	1,6	2,0	135	7	26		10
Desember	-0,5	-0,5	-0,3	0,0	129	10	40	15	20
Árið	4,5	4,4	4,4	4,7	1237	88	40		

Í hverjum reit er hitamælir sem upphaflega var í 11 cm dýpt. Jarðvegslagið ofan á mælunum hefur eitthvað þykknað þannig að það gæti verið 1-2 cm þykkara jarðvegslag á þeim en í upphafi. Lesið var af þessum mælum þegar reitirnir voru metnir (2. tafla). Á sama tíma var hitinn mældur handvirkt í 5 og 10 cm dýpt (hitamælir með prjóni) (3. tafla). Hitinn á föstu mælunum var að meðaltali rúmum tveimur gráðum hærra en mældur hiti í 10 cm dýpt sem bendir til þess að föstu mælarnir séu á heldur meira dýpi en 10 cm. Ekki er þó víst að föstu mælarnir sýni nákvæmlega sama hita og prjónmælirinn.

Munurinn á hita mældum með prjónmælunum í annars vegar 5 cm dýpt og hins vegar í 10 cm dýpt er eðlilega breytilegur eftir lofthita. Munurinn er meiri ef kalt er í veðri. Að meðaltali var hitinn 0,8°C lægri í 5 cm dýpt en 10 cm dýpt, enda var þetta kalt tímabil.

2. tafla. Jarðvegshiti í 11-12 cm dýpt, mælt með föstum jarðvegshitamælum.

Dagur	Engin hitun	Tilraunaliðir			
		10°C frá 1.3.	15°C frá 1.3.	10°C frá 1.4.	15°C frá 1.4.
27.feb	0,5	5,0	9,8	4,8	6,9
1.mar	0,5	8,1	13,8	4,8	8,1
5.mar	0,4	9,2	13,6	5,4	8,8
8.mar	0,5	10,3	15,1	5,2	9,8
11.mar	0,5	9,5	14,0	5,4	8,8
17.mar	0,5	10,2	15,1	4,9	9,6
20.mar	0,5	11,0	15,6	6,3	10,3
24.mar	0,5	9,3	14,1	4,9	8,7
1.apr	0,5	9,3	14,8	4,7	9,0
9.apr	0,5	9,8	14,6	9,5	10,7
12.apr	0,5	9,5	14,4	9,2	9,1
15.apr	0,5	9,6	14,9	9,3	14,5
18.apr	1,9	10,9	15,0	10,0	15,0
22.apr	4,0	10,2	14,9	9,6	14,6
25.apr	2,4	9,1	14,0	8,1	12,3
8.maí	3,2	9,1	14,0	8,8	13,9
16.maí	7,3	11,6	16,1	11,1	16,4
19.maí	7,5	11,2	15,2	10,9	15,0
22.maí	7,0	10,4	14,4	10,0	14,8
24.maí	8,6	11,9	15,5	10,3	16,2
26.maí	7,7	10,4	14,9	10,0	14,9
29.maí	7,8	10,6	15,4	10,2	15,7
Mt.	2,9	9,8	14,5	7,9	12,0

3. tafla. Jarðvegshiti í 5 og 10 cm dýpt í tilraunareitunum mældur handvirkt úti.

Hiti í 5 cm dýpt mældur handvirkt Tilraunaliðir					
Dagur	Engin hitun	10°C frá 1.3.	15°C frá 1.3.	10°C frá 1.4.	15°C frá 1.4.
27.feb	1,3				
11.mar	-0,7	4,7	8,8	1,6	5,4
17.mar	-0,6	7,1	11,3	3,5	6,8
20.mar	-0,5	7,5	11,2	3,7	7,1
24.mar	-0,8	5,1	9,2	1,3	4,2
1.apr	-0,8	5,9	10,8	0,7	6,6
9.apr	-0,4	7,8	11,5	7,5	9,1
15.apr	-0,2	7	10,9	6,9	12,2
22.apr	2,8	7,7	10,8	7,5	10,2
25.apr	0,1	6,3	10,4	4,5	11,3
8.maí	0,8	6,2	10,4	6,1	10
22.maí	6,5	8,4	11,5	8,9	12,3
29.maí	9,3	10,8	14,5	10,9	14,6
Mt.	1,3	7,0	10,9	5,3	9,2

Hiti í 10 cm dýpt mældur handvirkt Tilraunaliðir					
Dagur	Engin hitun	10°C frá 1.3.	15°C frá 1.3.	10°C frá 1.4.	15°C frá 1.4.
27.feb	2,8				
11.mar		6,5	11,2	3,3	7,4
17.mar		7,9	12,6	3,3	7,1
20.mar		8,9	12,8	4,3	8,3
24.mar		6,5	10,3	1,9	5,4
1.apr		6,3	11,8	1,1	7,2
9.apr	-0,7	8	12,1	7,4	9,5
15.apr	-0,5	7,6	12	7,3	13,2
22.apr	3	8,4	11,8	8,1	11,5
25.apr	0,5	6,8	11,2	4,9	12,3
8.maí	1,1	7,2	11,8	6,2	11,2
22.maí	6	8,7	12,2	8,9	12,8
29.maí	7,9	9,9	14,5	10	14,8
Mt.	2,5	7,7	12,0	5,6	10,1

4. tafla. Grænn litur í reitum vorið 2015 (0 = enginn litur, 9 = algrænt). Meðaltal allra yrkja.

Meðferð	Litareinkunn								
	27.2.	5.3.	17.3.	24.3.	1.4.	9.4.	15.4.	22.4.	18.5.
Engin upphitun	0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	4,0	5,0	9,0
10° C, byrjað 1. mars	0	1,0	2,0	2,0	3,0	7,0	8,0	9,0	9,0
15° C, byrjað 1. mars	0	2,0	3,0	3,0	4,0	7,0	8,0	9,0	9,0
10° C, byrjað 1. apríl	0	0,0	0,0	0,0	1,0	7,0	8,0	9,0	9,0
15° C, byrjað 1. apríl	0	1,0	2,0	2,0	2,0	7,0	8,0	9,0	9,0

5. tafla. Í töflunni er gefin dagsetning þegar reitur sem byrjað var að hita 1. mars í 15°C varð hálfgrænn (einkunn 5) og næstum algrænn (einkunn 8) og hversu mörgum dögum seinna aðrir reitir náðu sömu einkunn.

	Dagar eftir að fyrsti reitur náði tilteknu grænkustigi	
	Hálfgrænn (5)	Næstum algrænn (8)
<i>2015</i>		
Enginn hiti	+19	+28
10°C 1. mars	+1	0
15°C 1. mars	3. apríl	15. apríl
10°C 1. apríl	+3	0
15°C 1. apríl	+3	0



1. mynd. Myndin er tekin 17. mars 2015. Upphitaðir reitir byrjaðir að grænka.



2. mynd. Myndin er tekin 24. mars 2015. Upphитуðu reitirnir bræða af sér snjóinn nema sá sem enn er í 5°C. Snjór er yfir óupphitaða reitnum.



3. mynd. Myndin er tekinn 1. apríl 2015. Snjór liggur yfir óupphitaða reitnum.



4. mynd. Myndin er tekin 9. apríl 2015. Upphitaðir reitir orðnir töluvert grænir en óupphitaði reiturinn lengst í burtu á myndinni mun hvítari.



5. mynd. Myndin er tekin 15. apríl 2015. Óupphitaði reiturinn lengst til hægri er mun minna grænn en upphituðu reitirnir.



6. mynd. Myndin er tekin 19. apríl 2015. Óupphitaði reiturinn reiturinn sem er næstur á myndinni hálfgrænn en aðrir reitir orðnir grænir.



7. mynd. Myndin er tekin 25. apríl 2015. Gæsirnar sóttu í tilraunina þar sem hún var mun grænni en umhverfið. Á þessum tíma voru upphituðu reitirnir algrænir en óupphitaði reiturinn hálfgrænn (næstur á myndinni).

Glæðitap

Jarðvegssýni voru tekin 23. júlí 2015 og glæðitap mælt í þeim. Glæðitap segir til um magn lífræns efnis í sýnunum (6. tafla). Ekki var marktækur munur á glæðitapi í reitum, sem byrjað var að hita 1. mars, og óupphitaða reitnum. Reitir sem byrjað var að hita 1. apríl voru hinsvegar með marktækt minna glæðitap en óupphitaði reiturinn.

Niðurbrot á lífrænu efni eykst jafnan með auknum hita og raka. Það kemur því á óvart að upphitun í 5 og 10°C í rúma tvo til þrjá mánuði á ári í 4 ár og svo nánast allan veturinn 2015 skyldi ekki hafa meiri áhrif til lækunar lífræns efnis. Það kom líka á óvart að reitir sem voru hitaðir í skemmri tíma skyldu lækka meira í glæðitapi en hinir. Þegar reitirnir eru hitaðir þarna þeir og minni raki dregur úr niðurbroti. Það kann að vera einn áhrifavaldur. Einnig flýtir hitunin því að grösin fara af stað á vorin og byrji að hlaða niður lífrænu efni í jarðveginn. Það kann að eiga einhvern þátt í þessu en það hefði þá einnig átt að koma reitunum sem byrjað var að hita 1. apríl til góða.

6. tafla. Glæðitap í jarðvegssýnum í mismunandi reitum í upphitunartilrauninni.

Meðferð	Glæðitap % , meðaltal þriggja sýna
Engin upphitun	5,6
10°C, byrjað 1. mars	5,5
15°C, byrjað 1. mars	5,2
10°C, byrjað 1. apríl	4,5
15°C, byrjað 1. apríl	4,6

$R^2 = 0,74$, $CV = 6,7$. Munur milli liða var marktækur $P = 0,0059$

Rætur

Tvisvar yfir sumarið voru teknir 18 cm djúpir kjarnar úr reitunum til að skoða rætur, fyrst þann 22. apríl og svo 23. júlí. Myndir voru teknar af kjörnunum (8.-20. mynd). Í heildina lítur rôtarkerfið vel út í tilrauninni. Í öllum reitum losnaði jarðvegur aðeins neðst úr kjarnanum í fyrri sýnatökunni en í þeirri seinni var hann þéttari og heilli sem er vísbending um þétt rôtarkerfi. Í öllum reitum ná ræturnar langt niður og upphitun allan veturinn virðist ekkert hafa skaðað rætur.



8. mynd. Hola eftir holuskerann.



9. mynd. Holuskeri.



10. mynd. Holuskerinn sleginn niður í rétta dýpt.



11. og 12. mynd. Óupphitaður reitur 22. apríl (efri mynd) og 23. júlí (neðri mynd).



13. og 14. mynd. Reitur 2 (10°C frá 1. mars), 22. apríl (efri mynd) og 23. júlí (neðri mynd).



15. og 16. mynd. Reitur 3 (15°C frá 1. mars), 22. apríl (efri mynd) og 23. júlí (neðri mynd).



17. og 18. mynd. Reitur 4 (10°C frá 1. apríl), 22. apríl (efri mynd) og 23. júlí (neðri mynd).



19. og 20 mynd. Reitur 5 (15°C frá 1. apríl), 22. apríl (efri mynd) og 23. júlí (neðri mynd).

Orkunotkun og kostnaður

Eins og áður hefur komið fram gleymdist að slökkva á kerfinu vorið 2014. Þetta þýðir að þegar jarðvegshiti fór að lækka haustið 2014 hefur kerfið farið sjálfkrafa í gang. Veðurathugunarstöðin á Korpu er í nokkur hundruð metra fjarlægð frá tilrauninni og jarðvegshitamælingar þar ættu að gefa ágætar vísbendingar fyrir tilraunina. Meðaljarðvegshiti í 10 cm dýpt á Korpu í júní, júlí og ágúst var 12,6°C (1. tafla), kerfið ætti því ekki að hafa farið í gang í þessum mánuðum.

Meðalhitinn í september var hins vegar 9,7°C í 10 cm dýpt og fór niður fyrir 10°C um 20. september og þá hefur hitakerfið væntanlega farið í gang í þeim tveimur reitum þar sem hitinn var stilltur á 10°C. Meðaljarðvegshiti (10 cm dýpt) í október var 3,1°C og fór niður fyrir 5°C strax fyrstu vikuna í október. Þá hefur upphitun hafist í reitum sem stilltir voru á 5°C. Frá fyrstu viku október 2014 og fram í lok febrúar 2015 fór jarðvegshiti á Korpu aldrei yfir 5°C nema nokkra daga í nóvember. Í janúar og febrúar var hitinn oftast undir frostmarki.

Kerfið hefur því að mestu verið í gangi eftir að það fór af stað um haustið. Meðaljarðvegshiti í 10 cm dýpt frá 1. okt. – 27. febr. var um 1,2°C. Það þurfti því að hækka hitann í 5 gráðu reitunum um 3,8 gráður í þessa fimm mánuði og hitann í 10 gráðu reitunum um 8,8 gráður. Í 7 töflu má sjá orkunotkunina frá haustinu 2014 til 27. febrúar 2015 þegar tilraunamerferðirnar hófust. Kerfið náði ekki að halda báðum 10°C reitunum í þeim hita þennan tíma heldur var annar þeirra í 7°C. Þess vegna eru þeir birtir sitt í hvoru lagi en meðaltal af 5° reitunum.

7. tafla. Orkunotkun og kostnaður við upphitun frá haustinu 2014 - 27. febrúar 2015. Orkuverð hitaveitu 1,93 kr/kWh án dælu-kostnaðar sem er um 0,10 kr/m²/dag.

	Jarðvegshiti		
	5°C	7°C	10°C
Orkunotkun kWh m ²	23,0	39,8	54,2
Kostnaður kr/m ²	44,4	76,9	104,7
Kostnaður (kr) á fótboltavöll (7.140 m ²)	317.016	549.066	747.558

Upphitunin frá haustinu 2014 til febrúarloka var viðbót við upphitunina sem miðað hefur verið við í upphitunarátætluninni og kom til vegna mistaka eins og áður segir. Þetta ár flýtti upphitun í 10°C á þessum tíma ekki grænkun reitanna samanborið við 5°C. Upphitun á þessum tíma virtist ekki skaða gróðurinn og e.t.v. er hún alveg óþörf.

Kerfið var svo sett af stað samkvæmt áætlun þann 27. febrúar þannig að hitinn í tveimur reitum var hækkaður, annars vegar úr 5°C í 10°C og hins vegar úr 10°C í 15°C. Orkunotkun og kostnaðartölur eru sýndar í 8. – 10. töflu. Enginn ávinningur var af því að hita í 15°C umfram 10°C en kostnaðurinn tvöfaldast miðað við 10°C. Miðað við þessi 6 ár sem upphitunartilraunin hefur staðið er líklega nóg að hita í 5°C í mars og hækka svo í 10°C í apríl til að ná hámarksárangri. En árangurinn er mjög breytilegur eftir árferði, lítill sum árin en mikill önnur. Þegar hér er talað um árangur er átt við hversu snemma völlurinn grænkar. Það sem ekki hefur verið prófað er hversu mikið álag völlurinn þolir þegar hann er orðinn grænn en lofthiti er enn lágur.

Það hefur áhrif á kostnað við upphitun í mars 2015 að búið var að halda vellingum volgum allan veturinn. Ef miðað er við upphitun í 5°C í mars og 10°C í apríl og maí hefur kostað 258.000 kr að hita hann og við það bætist rafmagnskostnaður vegna dælingar á vatni (0,10 kr/m²/dag).

8. tafla. Orkunotkun á hvern fermetra á dag (kWh) við mismikla upphitun jarðvegs í mars, apríl og maí 2015.

	Jarðvegshiti °C		
	5	10	15
Mars	0,13	0,91	1,36
Apríl		0,42	1,05
Maí		0,07	0,46

9. tafla. Kostnaður við mismikla upphitun jarðvegs í mars, apríl og maí 2015 (kr m²/dag).

	Jarðvegshiti °C		
	5	10	15
Mars	0,25	1,76	2,63
Apríl		0,80	2,04
Maí		0,14	0,89
Samtals	0,25	2,70	5,56

10. tafla. Kostnaður við mismikla upphitun jarðvegs í mars, apríl og maí 2015 miðað við 7.140 m² fótboltavöll.

	Jarðvegshiti °C		
	5	10	15
Mars	55.335	389.558	582.124
Apríl		171.360	436.968
Maí		30.988	196.993
Samtals	55.335	591.906	1.216.085

Orkan í heita vatninu nýttist vel við upphitun jarðvegs. Kæling heita vatnsins þar er um 25% meiri en við hitun húsa. Umhverfi hitalagna í jarðvegshitun er mun þurrara en t.d. í snjóbræðslukerfum og notar því ekki nema 20% af þeirri orku sem snjóbræðslukerfi nota. Heita vatnið er verðlagt miðað við rúmmál þess en ekki orkuinnihald, því er mikill ávinningur af því að ná sem mestri orku úr heita vatninu.

ÁLYKTANIR

1. Upphitun í 15°C að vori virtist ekki flýta grænkun reita umfram upphitun í 10°C.
2. Upphitun í 10°C fyrri part vetrar virtist ekki gefa neitt umfram upphitun í 5°C.
3. Upphitun allan veturinn 2015 og 2-3 mánuði á ári næstu fjögur ár á undan virtist ekki hafa skaðað rötarkerfi grasanna og upphitun skemmdi ekki grasið að öðru leyti.
4. Hitinn í heita vatninu nýttist vel. Líklega er ekki ávinningur af því að hita vellina fyrri part vetrar í venjulegu árferði. Hitun í 5°C í mars og 10°C í apríl og fram í maí ef þurfa þykir virðist nægileg. Þá er hitunarkostnaður einnig vel ásættanlegur.

ÞAKKARORÐ

Ýmsir hafa lagt þessu verkefni lið með fjárframlögum eða vinnu og eru þeim færðar bestu þakkir fyrir. Orkuveita Reykjavíkur og Knattspyrnusamband Íslands styrktu þetta verkefni með fjárframlögum. Kjartan H. Helgason hjá VSÓ ráðgjöf teiknaði upphitunarkerfið og var ráðgjafi um hönnun ásamt Svavari T. Óskarssyni hjá Orkuveitu Reykjavíkur. VSÓ veitti góðan afslátt á sinni vinnu. Einar Brynjarsson hjá Lauftækni teiknaði frárennislagnir og grunnsnið tilraunar okkur að kostnaðarlausu. Ágúst Gestsson pípulagningarmeistari sá um allar pípulagnir og Sveinn Þorsteinsson rafvirkjameistari um raflagnir. Þeir hafa báðir verið mjög liðlegir ef kalla hefur þurft eftir aðstoð og ekki alltaf þegið laun fyrir sína vinnu. Ágúst Jensson vallarstjóri hjá GR á Korpúlfsstöðum hafði umsjón með framkvæmd við uppbyggingu flatar ásamt Guðna Þorvaldssyni. Starfsmenn GR hafa séð um áburðargjöf, slátt og aðra umhirðu á tilraunareitunum, einnig þegar ekki var til fjármagn í verkið. Landbúnaðarháskóli Íslands hefur lagt til mikla vinnu við tilraunina og skrif skýrslu. Guðjón Aðalsteinsson hjá Fjarvirkni ehf sá um fjarmælingar á tilraunatímanum og gaf góð ráð og hefur eins og margir aðrir ekki rukkað fyrir alla sína vinnu. Svavar T. Óskarsson hefur ávallt verið reiðubúinn að leggja verkefninu lið, einnig eftir að hann hætti hjá Orkuveitunni. Síðast en ekki síst færum við Reykjavíkurborg þakkir fyrir aðstöðuna á Korpúlfsstöðum.

HEIMILDIR

Guðni Þorvaldsson og Svavar Óskarsson, 2015. Upphitun íþróttavalla. Rit Lbhí nr. 56, 42 bls.