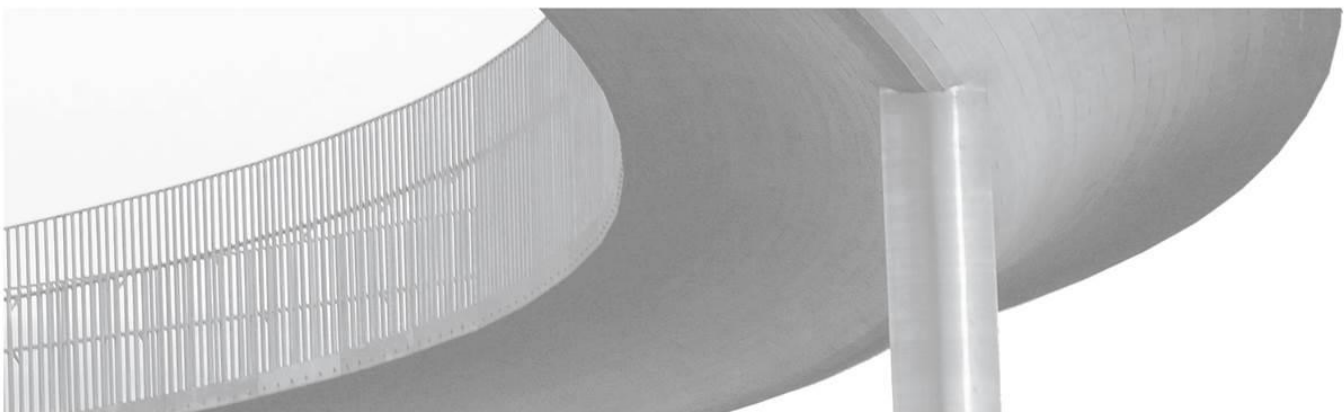




TÆRING MÁLMA Í ANDRÚMSLOFTI Á ÍSLANDI

Áfangaskýrsla 2

23.02.2021



SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

SKJALALYKILL

2970-277-SKY-002-V03

SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

2970-277-SKY-002/47

VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Ólafur Sveinn Haraldsson

VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Baldvin Einarsson

LYKILORÐ

Tæring, stál, sínk, ál

STAÐA SKÝRSLU

- Drög
- Drög til yfirlstrar
- Lokið

DREIFING

- Opin
- Dreifing með leyfi verkkaupa
- Trúnaðarmál

TITILL SKÝRSLU

Tæring málma í andrúmslofti á Íslandi

VERKHEITI

Tæring málma í andrúmslofti á Íslandi

VERKKAUPI

Vegagerðin, rannsóknarsjóður

HÖFUNDUR

Vigdís Bjarnadóttir
Baldvin Einarsson

ÚTDRÁTTUR

Verkefnið er framhald rannsóknar um tæringu málma sem hófst árið 1999. Sýnin voru sett upp í tæringarrekkja á 15 stöðum víðs vegar um landið.

Sýndar eru niðurstöður mælinga á tæringu á 1, 3, 5 og 18 ára gömlum sýnum úr hreinu stáli, sínki og tveimur tegundum af áli.

Sýndar eru niðurstöður þessara mælinga sem þróun tæringar yfir 18 ára tímabil.

Er þetta önnur áfangaskýrsla þessa verkefnis.

ÚTGÁFUSAGA

<u>NR.</u>	<u>HÖFUNDUR</u>	<u>DAGS.</u>	<u>RÝNT</u>	<u>DAGS.</u>	<u>SAMÞYKKT</u>	<u>DAGS.</u>
01	Baldvin Einarsson	25.3.19	Vigdís Bjarnadóttir	26.3.19	Baldvin Einarsson	31.3.19
	Lýsing					
02	Vigdís Bjarnadóttir	22.1.2021	Baldvin Einarsson	29.1.2021	Baldvin Einarsson	26.2.21
	Nýtt logo Vg, laga texta.			1		
03	Vigdís Bjarnadóttir	29.12.16	Baldvin Einarsson	30.12.16	Baldvin Einarsson	3.3.2021
	Lýsing					
04	Höfundur útgáfu	29.12.16	Nafn rýnis	30.12.16	Nafn samþykktaraðlila	31.12.16
	Lýsing					

SAMANTEKT

Heildstæð rannsókn á tæringu málma á Íslandi hófst árið 1999 með uppsetningu tæringarrekkna á 15 stöðum á landinu. Í tæringarrekkunum voru sýni úr hreinu stáli, hreinu síki og tveimur tegundum af áli. Einnig voru í rekkunum máluð sýni á stál með tveimur mismunandi málningarkerfum. Aðilar að rannsókninni voru Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins, Almenna Verkfræðistofan, Verkfræðipjónusta Péturs Sigurðssonar og Raunvísindastofnun Háskóla Íslands. Jón Sigurjónsson hjá Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins fór með stjórn verkefnisins.

Reiknað var með að rannsóknin stæði í 10 ár og tæring yrði mæld eftir 1, 3, 5 og 10 ár. Fyrstu þrjár mælingarnar voru gerðar og sá Verkfræðipjónusta Péturs Sigurðssonar um þær. Niðurstöður mælinga fyrstu árána voru birtar bæði héraendur og erlendis. Ekki tókst hins vegar að ljúka síðustu mælingunni eftir 10 ár.

Síðustu sýnin voru loks tekin niður úr tæringarrekkunum árin 2017-18 og tæring mæld eftir 18 ára tæringu. Nokkrir tæringarrekkar voru horfnir þegar hér var komið við sögu svo sýni frá 5 stöðum eru týnd. Því voru tekin niður sýni á 10 stöðum víðs vegar um landið, bæði við ströndina og inn til landsins.

Í skýrslunni er meðhöndlun tæringarsýna frá þessum 10 stöðum lýst og helstu niðurstöður birtar. Þannig eru birtar allar niðurstöður mælinga á 18 ára sýnum. Þróun tæringar á 18 ára tímabilinu og tæringarhraði er hins vegar aðeins sýndur á völdum stöðum svo góð mynd fáist af mismunandi aðstæðum kringum landið fyrir málmtegundirnar.

Í þessari skýrslu er fjallað um annan áfanga rannsóknarinnar.

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.

EFNISYFIRLIT

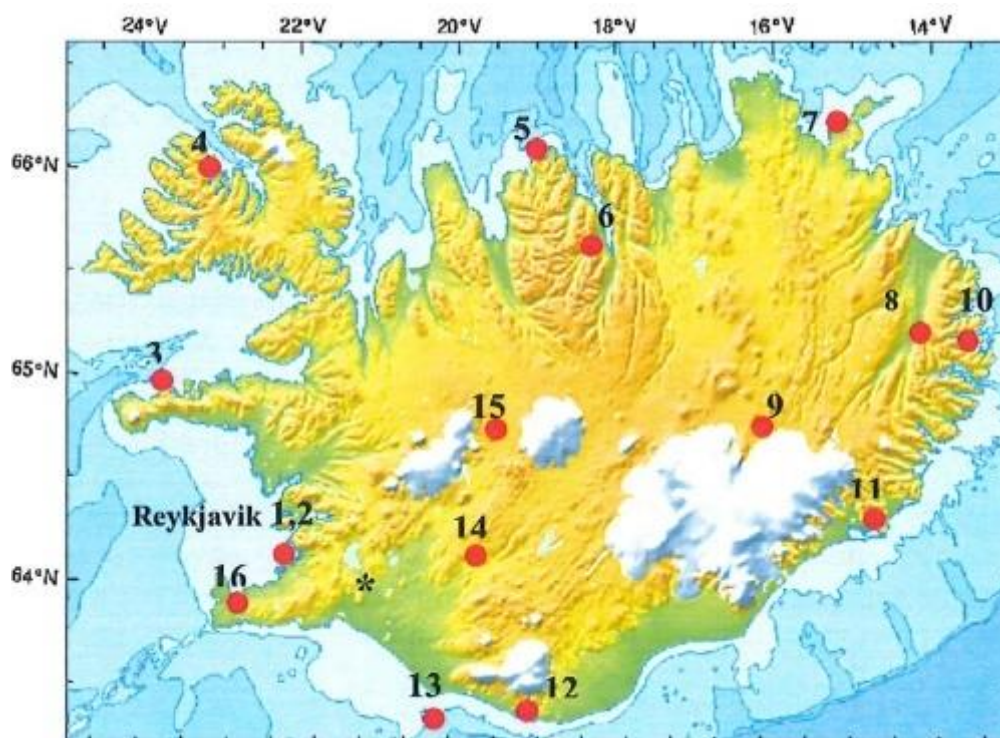
SAMANTEKT	5
1 INNGANGUR	8
2 NIÐURSTÖÐUR TÆRINGARMÆLINGA	10
2.1 Reykjavík	11
2.2 Reykjavík 2 (Rannsóknarstofa Byggingariðnaðarins)	12
2.3 Bolungarvík	13
2.4 Ólafsvík	14
2.5 Þórshöfn	15
2.6 Akureyri	16
2.7 Höfn	17
2.8 Vík	18
2.9 Búrfell	19
2.10 Hveravellir	20
2.11 Svartsengi	21
2.12 Siglufjörður	21
2.13 Egilsstaðir	22
2.14 Kverkfjöll	22
2.15 Neskaupsstaður	23
2.16 Vestmannaeyjar	24
3 NIÐURSTÖÐUR	25
3.1 Almenn um niðurstöður	25
3.2 Almennur samanburður á tæringu mismunandi málma	35
3.3 Tæring á stáli	37
3.4 Tæring á sínki	39
3.5 Tæring á áli	42

MYNDASKRÁ

MYND 1 Tæringarrekkar voru settir upp á 15 stöðum, víðsvegar um landið. _____	8
MYND 2 Tæringarsýni á Höfn í Hornafirði. Stálsýni efst til hægri. Síksýni fyrir miðju og álsýni neðst. Önnur sýni eru máluð. _____	25
MYND 3 Sýni 46 (stál) frá Reykjavík. Neðri hlið vinstra megin, efri hlið hægra megin. _____	26
MYND 4 Nærmynd af sömu sýnum. _____	26
MYND 5 Sýni 43 frá Ólafsvík (sínk) neðri hlið til vinstri og efri hlið til hægri. _____	27
MYND 6 Álsýni frá Ólafsvík (1050A), neðri hliðin vinstra megin og efri hliðin hægra megin. _____	28
MYND 7 Stálsýni frá Akureyri, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu. _____	29
MYND 8 Stálsýni frá Vík, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu. _____	30
MYND 9 Zinksýni frá Akureyri, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu. _____	31
MYND 10 Zinksýni frá Svartsengi, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu. _____	32
MYND 11 AlMg3 sýni frá Svartsengi, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu. _____	33
MYND 12 1050A sýni frá Svartsengi, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu. _____	34
MYND 13 Niðurstöður á tæringu sýna frá Reykjavík (Veðurstofan). _____	35
MYND 14 Niðurstöður á tæringu sýna frá Reykjavík (Rannsóknarstofa Byggingariðnaðarins). _____	36
MYND 15 Niðurstöður á tæringu sýna frá Akureyri. _____	36
MYND 16 Samanburður á tæringu á stáli eftir mælistöðum. _____	37
MYND 17 Nanna glaðhlakkaleg við tæringarrekkann við Svartsengi, vatnstankurinn í baksýn. Stálsýni til hægri, neðri hlið. _____	38
MYND 18 Samanburður á tæringu stáls í Kverkfjöllum, á Akureyri og í Reykjavík. _____	39
MYND 19 Samanburður á tæringu á sínski á mismunandi stöðum á landinu. _____	39
MYND 20 Neðri hlið á sýni 43 frá Ólafsvík til vinstri og sýni 95 frá Svartsengi. _____	40
MYND 21 Heitsínkhúðuð stálsýni frá Svartsengi. Efri hlið til vinstir og neðri hlið til hægri. _____	41
MYND 22 Samanburður á tæringu á áli. _____	42
MYND 23 Niðurstöður mælinga á tæringu stálsýna, víðsvegar frá um landið. _____	44
MYND 24 Niðurstöður mælinga á tæringu síksýna, víðsvegar frá um landið. _____	45
MYND 25 Niðurstöður mælinga á tæringu álsýna, bæði hreinu áli (1050A) og veðrunarþolnu manganblönduðu áli (AlMg3) frá völdum stöðum á landinu. Eins og sést er lítill sem enginn munur milli sýnanna frá Reykjavík og Akureyri. Munur sést á sýnum staðsettum í Búrfelli og Vík. _____	46

1 INNGANGUR

Heildstæð rannsókn á tæringu málma á Íslandi hófst árið 1999 með uppsetningu tæringarekka á 15 stöðum á landinu. Aðilar að rannsókninni voru Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins, Almenna Verkfræðistofan, Verkfræðipjónusta Péturs Sigurðssonar og Raunvísindastofnun Háskóla Íslands. Jón Sigurjónsson hjá Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins fór með stjórn verkefnisins. Til að fyrirhugaður árangur næðist var einnig leitað til fleiri aðila um stuðning. Þannig komu margir styrktar- og samstarfsaðilar að verkefninu: Rannís, Íbúðalánasjóður, Orkubú Vestfjarða, Rarik, Vegagerðin, Landsvirkjun, Áltak, Málning, Harpa, Sjöfn, Slippfélagið, Vírnet, Garðastál og Sindri.



MYND 1 Tæringarrekkar voru settir upp á 15 stöðum, víðsvegar um landið.

Tæringarrekkunum var dreift á 15 staði bæði umhverfis landið og inn til landsins, til þess að ná til sem flestra veðursvæða. Tæringarrekkar voru settir upp á eftirtöldum stöðum: Reykjavík (tveir rekkar), Ólafsvík, Bolungarvík, Siglufirði, Akureyri, Þórshöfn, Egilsstöðum, Kverkfjöllum, Neskaupsstað, Höfn í Hornafirði, Vík í Mýrdal, Vestmannaeyjum, Búrfelli, Hveravöllum og Svartsengi. Sjá mynd 1.

Í alla rekka voru sett upp sýni af ómeðhöndluðu stáli, sínski, hreinu áli (1050 A) og veðrunarþolnu manganblönduðu áli (AlMg3). Auk þess voru sett upp nokkur sýni af heitgalvanhúðuðu stáli

Þá voru á flestum stöðum sett upp sýni með stöðluðum málningarkerfum og var meiningin að fylgjast með niðurbroti málningarinnar með FT-IR mælitækni. Á 6 stöðum var síðan einnig komið fyrir veðrunarsýnum frá samstarfsaðilum, bæði klæðningarsýnum (Áltak, Vírnet, Garðastál og Sindri) og máluðum sýnum frá málningarframleiðendum (Málning, Harpa, Sjöfn og Slippfélagið).

Sýni voru tekin niður úr veðrunarrekkunum eftir 1 ár, 3 ár og 5 ár og voru niðurstöðurnar birtar í vísindagreinum og í sérritum frá Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins. Markmiðið var að taka niður síðustu sýnin eftir 10 ár, þ.e. árið 2009, en það fórst fyrir af ýmsum ástæðum en þó sérstaklega vegna fjárskorts.

Í þessari skýrslu, sem er önnur áfangaskýrsla í þessu verkefni, eru birtar niðurstöður endanlegra mælinga á öllum sýnum, þ.e. 1, 3, 5 og 18 ára sýna.

Verkefnið er unnið á Eflu verkfræðistofu. Verkefnisstjóri er Baldvin Einarsson, verkfræðingur. Björn Marteinson, verkfræðingur og arkitekt, dósent við Háskóla Íslands hefur verið til ráðgjafar og einnig hefur verið samráð við Jón Sigurjónsson, verkfræðing, sem var verkefnisstjóri í upphaflega verkefninu á vegum Rannsóknarstofnunar byggingariðnaðarins. Þá höfum við notið aðstoðar Tryggva Péturssonar á Verkfræðiþjónustu Péturs Sigurðssonar sem hefur góðfúslega veitt aðgang að öllum upprunalegu gögnum verkefnisins.

Hreinsun og vigtun á sýnum var gerð á Rannsóknarstofu EFLU. Páll Höskuldsson, yfirmaður efnarannsóknna, sá um blöndun á hreinsivökva en Kristín Helgadóttir og Nanna Óttarsdóttir, verkfræðinemar, sá um hreinsun og vigtun á 18 ára sýnunum. Vigdís Bjarnadóttir, mannvirkja- jarðfræðingur sá um hreinsun og vigtun á eldri sýnum.

Verkefnið og helstu niðurstöður þess voru kynntar á rannsóknarráðstefnu Vegagerðarinnar í nóvember 2018. Fyrsta áfangaskýrsla verkefnisins kom út árið 2019.

Í framhaldi af þessum mælingum á tæringu verður rannsakað samband tæringar og veðurfars fyrir þessar málmtegundir, stál, sínk og ál. Niðurstöður úr þeim rannsóknum verða birtar í áfangaskýrslu og í grein í alþjóðlegu riti um tæringu málma.

2 NIÐURSTÖÐUR TÆRINGARMÆLINGA

Í eftirfarandi kafla er að finna töflur með niðurstöðum mælinga fyrir hvern stað; 1 árs, 3 ára, 5 ára, og 18 ára sýna. Eins og kom fram að ofan eru í einhverjum tilfellum ekki til mælingar fyrir öll árin. Nokkrir tæringarrekkar voru horfnir en einnig eru sýni frá 5 stöðum týnd.

2.1 Reykjavík

TAFLA 1 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Reykjavík.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán,d agar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [μm/ári]	Tæringar hraði meðaltal [μm/ári]
98	AlMg 3	29.9.1999	28.9.2000	0, 11, 30	0,24		0,24	
99	AlMg 3	29.9.1999	28.9.2000	0, 11, 30	0,24	0,24	0,24	0,24
23	1050A	29.9.1999	28.9.2000	0, 11, 30	0,12		0,12	
24	1050A	29.9.1999	28.9.2000	0, 11, 30	0,23	0,17	0,23	0,17
40	St 1	29.9.1999	28.9.2000	0, 11, 30	21,08		21,14	
41	St 1	29.9.1999	28.9.2000	0, 11, 30	20,35	20,72	20,41	20,77
1	Zink	29.9.1999	28.9.2000	0, 11, 30	2,30		2,31	
2	Zink	29.9.1999	28.9.2000	0, 11, 30	2,30	2,30	2,31	2,31
100	AlMg 3	29.9.1999	9.10.2002	3, 0, 10	0,12		0,04	
101	AlMg 3	29.9.1999	29.10.2002	3, 1, 0	0,12	0,12	0,04	0,04
25	1050A	29.9.1999	9.10.2002	3, 0, 10	0,06		0,02	
26	1050A	29.9.1999	29.10.2002	3, 1, 0	0,09	0,08	0,03	0,02
42	St 1	29.9.1999	9.10.2002	3, 0, 10	35,42		11,70	
43	St 1	29.9.1999	29.10.2002	3, 1, 0	36,48	35,95	11,83	11,77
3	Zink	29.9.1999	9.10.2002	3, 0, 10	2,93		0,97	
4	Zink	29.9.1999	29.10.2002	3, 1, 0	3,25	3,09	1,05	1,01
102	AlMg 3	29.9.1999	6.10.2004	5, 0, 7	0,12		0,02	
103	AlMg 3	29.9.1999	6.10.2004	5, 0, 7	0,12	0,12	0,02	0,02
27	1050A	29.9.1999	6.10.2004	5, 0, 7	0,12		0,02	
28	1050A	29.9.1999	6.10.2004	5, 0, 7	0,12	0,12	0,02	0,02
44	St 1	29.9.1999	6.10.2004	5, 0, 7	45,54		9,07	
45	St 1	29.9.1999	6.10.2004	5, 0, 7	45,78	45,66	9,12	9,10
5	Zink	29.9.1999	6.10.2004	5, 0, 7	4,19		0,84	
6	Zink	29.9.1999	6.10.2004	5, 0, 7	4,56	4,38	0,91	0,87
104	AlMg 3	29.9.1999	16.8.2017	17, 10, 18	2,87		0,16	
105	AlMg 3	29.9.1999	16.8.2017	17, 10, 18	2,87	2,87	0,16	0,16
29	1050A	29.9.1999	16.8.2017	17, 10, 18	2,90		0,16	
30	1050A	29.9.1999	16.8.2017	17, 10, 18	2,90	2,90	0,16	0,16
46	St 1	29.9.1999	16.8.2017	17, 10, 18	92,33		5,16	
47	St 1	29.9.1999	16.8.2017	17, 10, 18	83,11	87,72	4,65	4,91
7	Zink	29.9.1999	16.8.2017	17, 10, 18	14,03		0,78	
8	Zink	29.9.1999	16.8.2017	17, 10, 18	16,19	15,11	0,91	0,85

2.2 Reykjavík 2 (Rannsóknarstofa Byggingariðnaðarins)

TAFLA 2 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Reykjavík (Rannsóknarstofa Byggingariðnaðarins).

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [μm/ári]	Tæringar hraði meðaltal [μm/ári]
109	St 1	1.10.1999	28.9.2000	0, 11, 27	20,03	18,69	20,19	18,84
59	St 1	1.10.1999	28.9.2000	0, 11, 27	17,35			
47	Zink	1.10.1999	28.9.2000	0, 11, 27	3,02	2,71	3,05	2,73
50	Zink	1.10.1999	28.9.2000	0, 11, 27	2,39			
93	1050A	1.10.1999	4.10.2002	3, 0, 3	0,09	0,03	0,03	0,03
58	St 1	1.10.1999	4.10.2002	3, 0, 3	35,79	35,79	11,89	11,89
48	Zink	1.10.1999	4.10.2002	3, 0, 3	3,88	3,88	1,29	1,29
95	1050A	1.10.1999	4.10.2004	5, 0, 3	0,12	0,12	0,02	0,02
30	St 1	1.10.1999	4.10.2004	5, 0, 3	47,69	47,69	9,52	9,52
52	Zink	1.10.1999	4.10.2004	5, 0, 3	6,00	6,00	1,20	1,20
94	1050A	1.10.1999	4.7.2018	18, 9, 3	3,27	3,28	0,17	0,18
96	1050A	1.10.1999	4.7.2018	18, 9, 3	3,30			
31	St 1	1.10.1999	4.7.2018	18, 9, 3	88,92	89,90	4,74	4,79
60	St 1	1.10.1999	4.7.2018	18, 9, 3	90,87			
49	Zink	1.10.1999	4.7.2018	18, 9, 3	14,70	15,63	0,78	0,83
51	Zink	1.10.1999	4.7.2018	18, 9, 3	16,55			

2.3 Bolungarvík

TAFLA 3 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Bolungarvík

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringarh raði [$\mu\text{m}/\text{ári}$]	Tæringar hraði meðaltal [$\mu\text{m}/\text{ári}$]
68	AlMg 3	13.9.1999	27.9.2000	1, 0, 14	0,24	0,30	0,23	0,29
69	AlMg 3	13.9.1999	27.9.2000	1, 0, 14	0,36			
53	1050A	13.9.1999	27.9.2000	1, 0, 14	0,00	0,00	0,00	0,00
54	1050A	13.9.1999	27.9.2000	1, 0, 14	0,00			
11	St 1	13.9.1999	27.9.2000	1, 0, 14	15,64	15,25	15,04	14,67
12	St 1	13.9.1999	27.9.2000	1, 0, 14	14,87			
9	Zink	13.9.1999	27.9.2000	1, 0, 14	1,71	1,87	1,65	1,80
10	Zink	13.9.1999	27.9.2000	1, 0, 14	2,03			
70	AlMg 3	13.9.1999	16.10.2002	3, 1, 3	0,00	0,00	0,00	0,00
71	AlMg 3	13.9.1999	16.10.2002	3, 1, 3	0,00			
55	1050A	13.9.1999	16.10.2002	3, 1, 3	0,00	0,00	0,00	0,00
56	1050A	13.9.1999	16.10.2002	3, 1, 3	0,00			
13	St 1	13.9.1999	16.10.2002	3, 1, 3	39,04	38,37	12,63	12,41
14	St 1	13.9.1999	16.10.2002	3, 1, 3	37,70			
11	Zink	13.9.1999	16.10.2002	3, 1, 3	2,12	2,17	0,69	0,70
12	Zink	13.9.1999	16.10.2002	3, 1, 3	2,21			
72	AlMg 3	13.9.1999	28.9.2004	5, 0, 15	0,19	0,16	0,04	0,03
73	AlMg 3	13.9.1999	29.9.2004	5, 0, 16	0,12			
57	1050A	13.9.1999	28.9.2004	5, 0, 15	0,12	0,11	0,02	0,02
58	1050A	13.9.1999	29.9.2004	5, 0, 16	0,10			
15	St 1	13.9.1999	28.9.2004	5, 0, 15	45,29	43,12	8,98	8,55
16	St 1	13.9.1999	29.9.2004	5, 0, 16	40,95			
13	Zink	13.9.1999	28.9.2004	5, 0, 15	3,25	3,18	0,64	0,63
14	Zink	13.9.1999	29.9.2004	5, 0, 16	3,11			
74	AlMg 3	13.9.1999	10.8.2017	17, 10, 28	2,36	2,42	0,13	0,13
75	AlMg 3	13.9.1999	10.8.2017	17, 10, 28	2,48			
59	1050A	13.9.1999	10.8.2017	17, 10, 28	2,70	2,62	0,15	0,15
60	1050A	13.9.1999	10.8.2017	17, 10, 28	2,54			
17	St 1	13.9.1999	10.8.2017	17, 10, 28	82,79	81,04	4,62	4,53
18	St 1	13.9.1999	10.8.2017	17, 10, 28	79,29			
15	Zink	13.9.1999	10.8.2017	17, 10, 28	6,45	6,59	0,36	0,37
16	Zink	13.9.1999	10.8.2017	17, 10, 28	6,72			

2.4 Ólafsvík

TAFLA 4 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Ólafsvík.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [$\mu\text{m}/\text{ári}$]	Tæringar hraði meðaltal [$\mu\text{m}/\text{ári}$]
9	Stál	20.8.1999	28.9.2000	1, 1, 8	23,54	24,48	21,24	22,10
19	Stál	20.8.1999	28.9.2000	1, 1, 8	25,43		22,95	
41	Zink	20.8.1999	28.9.2000	1, 1, 8	3,11	2,68	2,81	2,42
44	Zink	20.8.1999	28.9.2000	1, 1, 8	2,26		2,04	
1	1050A	20.8.1999	17.9.2002	3, 0, 28	0,12	0,12	0,04	0,04
10	Stál	20.8.1999	17.9.2002	3, 0, 28	40,00	40,00	13,00	13,00
42	Zink	20.8.1999	17.9.2002	3, 0, 28	5,23	5,23	1,70	1,70
3	1050A	20.8.1999	23.9.2004	5, 1, 3	0,23	0,23	0,05	0,05
56	Stál	20.8.1999	23.9.2004	5, 1, 3	50,94	50,94	10,00	10,00
45	Zink	20.8.1999	23.9.2004	5, 1, 3	9,56	9,56	1,88	1,88
2	1050A	20.8.1999	23.8.2017	18, 0, 3	3,19	3,30	0,18	0,18
4	1050A	20.8.1999	23.8.2017	18, 0, 3	3,41		0,19	
57	Stál	20.8.1999	23.8.2017	18, 0, 3	104,25	102,82	5,79	5,71
20	Stál	20.8.1999	23.8.2017	18, 0, 3	101,40		5,63	
43	Zink	20.8.1999	23.8.2017	18, 0, 3	26,48	26,43	1,47	1,47
46	Zink	20.8.1999	23.8.2017	18, 0, 3	26,39		1,47	

2.5 Þórshöfn

TAFLA 5 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Þórshöfn.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [μm/ári]	Tæringar hraði meðaltal [μm/ári]
97	Stál	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	17,58		17,32	
99	Stál	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	19,88	18,73	19,58	18,45
61	Zink	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	5,82		5,73	
63	Zink	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	4,42	5,12	4,35	5,04
80	1050A	26.8.1999	31.10.2002	3, 2, 5	0,14	0,14	0,04	0,04
98	Stál	26.8.1999	31.10.2002	3, 2, 5	39,75	39,75	12,50	12,50
62	Zink	26.8.1999	31.10.2002	3, 2, 5	6,63	6,63	2,08	2,08
81	1050A	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	0,09	0,09	0,02	0,02
102	Stál	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	50,13	50,13	9,75	9,75
72	Zink	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	7,49	7,49	1,46	1,46
82	1050A	26.8.1999	30.10.2017	18, 2, 4	2,82		0,16	
83	1050A	26.8.1999	30.10.2017	18, 2, 4	2,91	2,87	0,16	0,16
100	Stál	26.8.1999	30.10.2017	18, 2, 4	91,26		5,02	
101	Stál	26.8.1999	30.10.2017	18, 2, 4	81,00	86,13	4,46	4,74
64	Zink	26.8.1999	30.10.2017	18, 2, 4	5,05		0,28	
71	Zink	26.8.1999	30.10.2017	18, 2, 4	4,65	4,85	0,26	0,27

2.6 Akureyri

TAFLA 6 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Akureyri.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [μm/ári]	Tæringar hraði meðaltal [μm/ári]
113	AlMg 3	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	0,36	0,30	0,35	0,29
114	AlMg 3	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	0,24		0,24	
15	1050A	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	0,00	0,08	0,00	0,07
16	1050A	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	0,15		0,15	
1	St 1	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	8,57	8,57	8,44	8,44
2	St 1	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	8,57		8,44	
33	Zink	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	1,49	1,56	1,47	1,53
34	Zink	26.8.1999	31.8.2000	1, 0, 5	1,62		1,60	
115	AlMg 3	26.8.1999	11.11.2002	3, 2, 16	0,24	0,18	0,07	0,06
116	AlMg 3	26.8.1999	11.11.2002	3, 2, 16	0,12		0,04	
17	1050A	26.8.1999	11.11.2002	3, 2, 16	0,09	0,10	0,03	0,03
18	1050A	26.8.1999	11.11.2002	3, 2, 16	0,12		0,04	
3	St 1	26.8.1999	11.11.2002	3, 2, 16	19,19	19,62	5,98	6,11
4	St 1	26.8.1999	11.11.2002	3, 2, 16	20,04		6,24	
35	Zink	26.8.1999	11.11.2002	3, 2, 16	1,53	1,51	0,48	0,47
36	Zink	26.8.1999	11.11.2002	3, 2, 16	1,49		0,46	
117	AlMg 3	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	0,12	0,12	0,02	0,02
118	AlMg 3	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	0,12		0,02	
19	1050A	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	0,10	0,10	0,02	0,02
20	1050A	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	0,10		0,02	
5	St 1	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	26,56	26,11	5,17	5,08
6	St 1	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	25,67		4,99	
37	Zink	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	1,58	1,58	0,31	0,31
38	Zink	26.8.1999	16.10.2004	5, 1, 20	1,58		0,31	
119	AlMg 3	26.8.1999	1.11.2017	18, 2, 6	3,00	2,95	0,17	0,16
120	AlMg 3	26.8.1999	1.11.2017	18, 2, 6	2,90		0,16	
21	1050A	26.8.1999	1.11.2017	18, 2, 6	2,74	2,80	0,15	0,15
22	1050A	26.8.1999	1.11.2017	18, 2, 6	2,87		0,16	
7	St 1	26.8.1999	1.11.2017	18, 2, 6	40,20	42,37	2,21	2,33
8	St 1	26.8.1999	1.11.2017	18, 2, 6	44,54		2,45	
39	Zink	26.8.1999	1.11.2017	18, 2, 6	4,24	4,38	0,23	0,24
40	Zink	26.8.1999	1.11.2017	18, 2, 6	4,51		0,25	

2.7 Höfn

TAFLA 7 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Höfn.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [$\mu\text{m}/\text{ári}$]	Tæringar hraði meðaltal [$\mu\text{m}/\text{ári}$]
85	Stál	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	28,77	28,37	28,19	27,80
87	Stál	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	27,96		27,40	
79	Zink	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	1,80	1,65	1,77	1,61
81	Zink	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	1,49		1,46	
77	1050A	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	0,15	0,15	0,05	0,05
86	Stál	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	45,39	45,39	14,71	14,71
80	Zink	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	5,50	5,50	1,78	1,78
79	1050A	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	0,16	0,16	0,03	0,03
90	Stál	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	61,60	61,60	11,98	11,98
82	Zink	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	5,68	5,68	1,11	1,11
78	1050A	17.8.1999	6.10.2017	18, 1, 19	2,67	2,70	0,15	0,15
84	1050A	17.8.1999	6.10.2017	18, 1, 19	2,74		0,15	
88	Stál	17.8.1999	6.10.2017	18, 1, 19	108,20	103,57	5,97	5,71
89	Stál	17.8.1999	6.10.2017	18, 1, 19	98,94		5,46	
83	Zink	17.8.1999	6.10.2017	18, 1, 19	10,51	10,42	0,58	0,57
84	Zink	17.8.1999	6.10.2017	18, 1, 19	10,33		0,57	

2.8 Vík

TAFLA 8 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Vík.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [µm]	Tæring meðaltal [µm]	Tæringar hraði [µm/ári]	Tæringar hraði meðaltal [µm/ári]
86	AlMg 3	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	0,36		0,35	
87	AlMg 3	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	0,24	0,30	0,23	0,29
37	1050A	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	0,12	0,12	0,11	0,11
38	1050A	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	0,12		0,11	
32	Stál	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	22,13	22,05	21,69	21,61
33	Stál	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	21,97		21,53	
25	Zink	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	2,03	2,30	1,99	2,25
26	Zink	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	2,57		2,52	
88	AlMg 3	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	0,34	0,34	0,11	0,11
89	AlMg 3	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	0,34		0,11	
39	1050A	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	0,15	0,08	0,05	0,03
40	1050A	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	0,01		0,00	
34	Stál	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	37,38	37,96	12,11	12,30
35	Stál	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	38,55		12,49	
27	Zink	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	3,52	4,60	1,14	1,49
28	Zink	17.8.1999	17.9.2002	3, 1, 0	5,68		1,84	
90	AlMg 3	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	0,41	0,31	0,08	0,06
91	AlMg 3	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	0,20		0,04	
41	1050A	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	0,13	0,15	0,02	0,03
42	1050A	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	0,16		0,03	
36	Stál	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	52,59	52,83	10,23	10,28
37	Stál	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	53,07		10,32	
29	Zink	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	4,01	4,71	0,78	0,92
30	Zink	17.8.1999	7.10.2004	5, 1, 20	5,41		1,05	
92	AlMg 3	17.8.1999	5.10.2017	18, 1, 18	2,64	2,70	0,15	0,15
93	AlMg 3	17.8.1999	5.10.2017	18, 1, 18	2,75		0,15	
43	1050A	17.8.1999	5.10.2017	18, 1, 18	0,87	1,28	0,05	0,07
44	1050A	17.8.1999	5.10.2017	18, 1, 18	1,68		0,09	
38	Stál	17.8.1999	5.10.2017	18, 1, 18	141,43	137,45	7,80	7,58
39	Stál	17.8.1999	5.10.2017	18, 1, 18	133,46		7,36	
31	Zink	17.8.1999	5.10.2017	18, 1, 18	4,78	5,32	0,26	0,29
32	Zink	17.8.1999	5.10.2017	18, 1, 18	5,86		0,32	

2.9 Búrfell

TAFLA 9 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Búrfelli.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [μm/ári]	Tæringar hraði meðaltal [μm/ári]
95	AlMg 3	31.8.1999	30.8.2000	0, 11, 30	0,36	0,36	0,36	0,36
79	Stál	31.8.1999	30.8.2000	0, 11, 30	21,85	22,21	21,91	22,27
81	Stál	31.8.1999	30.8.2000	0, 11, 30	22,57		22,63	
85	Zink	31.8.1999	30.8.2000	0, 11, 30	2,71	2,66	2,71	2,67
87	Zink	31.8.1999	30.8.2000	0, 11, 30	2,62		2,62	
73	AlMg 3	31.8.1999	18.9.2002	3, 0, 18	0,00	0,00	0,00	0,00
80	Stál	31.8.1999	18.9.2002	3, 0, 18	36,45	36,45	11,95	11,95
86	Zink	31.8.1999	18.9.2002	3, 0, 18	3,20	3,20	1,05	1,05
74	1050A	31.8.1999	22.9.2004	5, 0, 22	0,17	0,17	0,03	0,03
83	Stál	31.8.1999	22.9.2004	5, 0, 22	44,94	44,94	8,88	8,88
88	Zink	31.8.1999	22.9.2004	5, 0, 22	5,95	5,95	1,18	1,18
94	AlMg 3	31.8.1999	29.11.2017	18, 2, 29	3,64	3,48	0,20	0,19
106	AlMg 3	31.8.1999	29.11.2017	18, 2, 29	3,31		0,18	
75	1050A	31.8.1999	29.11.2017	18, 2, 29	3,10	3,19	0,17	0,17
76	1050A	31.8.1999	29.11.2017	18, 2, 29	3,28		0,18	
82	Stál	31.8.1999	29.11.2017	18, 2, 29	78,38	78,24	4,30	4,29
84	Stál	31.8.1999	29.11.2017	18, 2, 29	78,10		4,28	
89	Zink	31.8.1999	29.11.2017	18, 2, 29	15,43	15,11	0,85	0,83
90	Zink	31.8.1999	29.11.2017	18, 2, 29	14,79		0,81	

2.10 Hveravellir

TAFLA 10 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Hveravöllum.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [μm/ári]	Tæringar hraði meðaltal [μm/ári]
21	Stál	5.10.1999	4.11.2000	1, 0, 30	4,71	4,49	4,35	4,14
22	Stál	5.10.1999	4.11.2000	1, 0, 30	4,27		3,94	
53	Zink	5.10.1999	4.11.2000	1, 0, 30	2,35	2,35	2,16	2,16
54	Zink	5.10.1999	4.11.2000	1, 0, 30	2,35		2,16	
109	AlMg 3	5.10.1999	18.10.2002	3, 0, 13	0,24	0,24	0,08	0,08
110	AlMg 3	5.10.1999	18.10.2002	3, 0, 13	0,24		0,08	
8	1050A	5.10.1999	18.10.2002	3, 0, 13	0,10	0,12	0,03	0,04
9	1050A	5.10.1999	18.10.2002	3, 0, 13	0,13		0,04	
23	Stál	5.10.1999	18.10.2002	3, 0, 13	13,36	13,88	4,40	4,57
24	Stál	5.10.1999	18.10.2002	3, 0, 13	14,40		4,74	
55	Zink	5.10.1999	18.10.2002	3, 0, 13	3,16	2,84	1,04	0,94
56	Zink	5.10.1999	18.10.2002	3, 0, 13	2,53		0,83	
111	AlMg 3	5.10.1999	30.9.2004	4, 11, 25	0,14	0,13	0,03	0,03
112	AlMg 3	5.10.1999	30.9.2004	4, 11, 25	0,11		0,02	
10	1050A	5.10.1999	30.9.2004	4, 11, 25	0,23	0,16	0,05	0,03
11	1050A	5.10.1999	30.9.2004	4, 11, 25	0,09		0,02	
25	Stál	5.10.1999	30.9.2004	4, 11, 25	22,57	22,57	4,53	4,53
26	Stál	5.10.1999	30.9.2004	4, 11, 25	22,57		4,53	
57	Zink	5.10.1999	30.9.2004	4, 11, 25	4,01	4,69	0,80	0,94
58	Zink	5.10.1999	30.9.2004	4, 11, 25	5,37		1,08	
107	AlMg 3	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	3,12	3,26	0,17	0,18
108	AlMg 3	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	3,31		0,18	
96	AlMg 3	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	3,34		0,19	
97	AlMg 3	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	3,27		0,18	
6	1050A	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	3,14	3,14	0,17	0,17
7	1050A	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	3,09		0,17	
12	1050A	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	3,12		0,17	
13	1050A	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	3,21		0,18	
28	Stál	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	50,22	47,02	2,79	2,61
29	Stál	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	43,82		2,44	
126	Zink	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	12,09	11,08	0,67	0,62
127	Zink	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	10,92		0,61	
128	Zink	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	10,92		0,61	
129	Zink	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	10,78		0,60	
59	Zink	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	10,96		0,61	
60	Zink	5.10.1999	28.9.2017	17, 11, 23	10,83		0,60	

2.11 Svartsengi

TAFLA 11 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Svartsengi.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [$\mu\text{m}/\text{ári}$]	Tæringar hraði meðaltal [$\mu\text{m}/\text{ári}$]
67	Stál	8.10.1999	4.10.2000	0, 11, 26	38,55		38,97	
69	Stál	8.10.1999	4.10.2000	0, 11, 26	54,48	46,51	55,08	47,03
91	Zink	8.10.1999	4.10.2000	0, 11, 26	2,66	2,59	2,69	2,62
93	Zink	8.10.1999	4.10.2000	0, 11, 26	2,53		2,55	
85	1050A	8.10.1999	9.10.2002	3, 0, 1	0,00	0,00	0,00	0,00
68	Stál	8.10.1999	9.10.2002	3, 0, 1	56,93	56,93	18,96	18,96
92	Zink	8.10.1999	9.10.2002	3, 0, 1	6,00	6,00	2,00	2,00
87	1050A	8.10.1999	27.9.2004	4, 11, 19	0,00	0,00	0,00	0,00
71	Stál	8.10.1999	27.9.2004	4, 11, 19	73,59	73,59	14,80	14,80
94	Zink	8.10.1999	27.9.2004	4, 11, 19	8,25	8,25	1,66	1,66
67	AlMg 3	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	3,37	3,54	0,18	0,19
76	AlMg 3	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	3,70		0,20	
70	1050A	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	3,33	3,38	0,18	0,18
72	1050A	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	3,43		0,18	
70	Stál	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	139,26	141,67	7,40	7,53
72	Stál	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	144,09		7,66	
131	Heit Zn Stá	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	51,01	51,01	2,71	2,71
95	Zink	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	36,67	36,31	1,95	1,93
96	Zink	8.10.1999	2.8.2018	18, 9, 25	35,95		1,91	

2.12 Siglufjörður

TAFLA 12 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Siglufirði.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [$\mu\text{m}/\text{ári}$]	Tæringar hraði meðaltal [$\mu\text{m}/\text{ári}$]
103	Stál	17.8.1999	1.9.2000	1, 0, 15	16,01		15,36	
105	Stál	17.8.1999	1.9.2000	1, 0, 15	16,30	16,15	15,63	15,50
65	Zink	17.8.1999	1.9.2000	1, 0, 15	1,31	1,44	1,25	1,38
67	Zink	17.8.1999	1.9.2000	1, 0, 15	1,58		1,51	
89	1050A	17.8.1999	15.9.2002	3, 0, 29	0,13	0,13	0,04	0,04
106	Stál	17.8.1999	15.9.2002	3, 0, 29	29,45	29,45	9,56	9,56
68	Zink	17.8.1999	15.9.2002	3, 0, 29	3,70	3,70	1,20	1,20
91	1050A	17.8.1999	16.10.2004	5, 1, 29	0,12	0,12	0,02	0,02
107	Stál	17.8.1999	16.10.2004	5, 1, 29	37,70	37,70	7,30	7,30
70	Zink	17.8.1999	16.10.2004	5, 1, 29	3,43	3,43	0,66	0,66

2.13 Egilsstaðir

TAFLA 13 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Egilsstöðum.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [$\mu\text{m}/\text{ári}$]	Tæringar hraði meðaltal [$\mu\text{m}/\text{ári}$]
91	Stál	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	6,60		6,47	
93	Stál	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	7,00	6,80	6,86	6,66
73	Zink	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	1,94		1,90	
75	Zink	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	2,98	2,46	2,92	2,41
85	1050A	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	0,00	0,00	0,00	0,00
92	Stál	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	14,36	14,36	4,51	4,51
74	Zink	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	2,07	2,07	0,65	0,65
87	1050A	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	0,00	0,00	0,00	0,00
96	Stál	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	21,73	21,73	4,21	4,21
76	Zink	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	4,10	4,10	0,80	0,80

2.14 Kverkfjöll

TAFLA 14 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Kverkfjöllum.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [$\mu\text{m}/\text{ári}$]	Tæringar hraði meðaltal [$\mu\text{m}/\text{ári}$]
61	Stál	17.8.1999	27.9.2000	1, 1, 10	1,73		1,55	
63	Stál	17.8.1999	27.9.2000	1, 1, 10	1,33	1,53	1,19	1,37
97	Zink	17.8.1999	27.9.2000	1, 1, 10	1,62		1,46	
99	Zink	17.8.1999	27.9.2000	1, 1, 10	1,44	1,53	1,30	1,38
65	1050A	17.8.1999	1.3.2003	3, 6, 12	0,00	0,00	0,00	0,00
62	Stál	17.8.1999	1.3.2003	3, 6, 12	6,40	6,40	1,81	1,81
98	Zink	17.8.1999	1.3.2003	3, 6, 12	1,58	1,58	0,45	0,45
64	Stál	26.8.1999	15.10.2017	18, 1, 19	90,01	98,84	4,96	5,45
65	Stál	26.8.1999	15.10.2017	18, 1, 19	107,67		5,94	

2.15 Neskaupsstaður

TAFLA 15 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Neskaupsstað.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [μm/ári]	Tæringar hraði meðaltal [μm/ári]
78	AlMg 3	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	0,24		0,23	
79	AlMg 3	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	0,24	0,24	0,23	0,23
45	1050A	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	0,10		0,10	
46	1050A	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	0,12	0,11	0,11	0,11
48	Stál	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	11,75		11,51	
49	Stál	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	13,76	12,75	13,48	12,50
17	Zink	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	3,38		3,31	
18	Zink	17.8.1999	24.8.2000	1, 0, 7	4,29	3,83	4,20	3,76
80	AlMg 3	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	0,12		0,04	
81	AlMg 3	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	0,12	0,12	0,04	0,04
47	1050A	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	0,12		0,04	
48	1050A	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	0,12	0,12	0,04	0,04
50	Stál	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	40,76		12,80	
51	Stál	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	41,85	41,30	13,14	12,97
19	Zink	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	5,82		1,83	
20	Zink	17.8.1999	23.10.2002	3, 2, 6	4,47	5,14	1,40	1,61
82	AlMg 3	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	0,12		0,02	
83	AlMg 3	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	0,36	0,24	0,07	0,05
49	1050A	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	0,12		0,02	
50	1050A	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	0,12	0,12	0,02	0,02
52	Stál	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	60,48		11,72	
53	Stál	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	67,48	63,98	13,08	12,40
21	Zink	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	7,80		1,51	
22	Zink	17.8.1999	14.10.2004	5, 1, 27	7,53	7,67	1,46	1,49

2.16 Vestmannaeyjar

TAFLA 16 Niðurstöður mælinga á tæringu sýna frá Vestmannaeyjum.

Nr	Tegund	Sett upp	Tekið niður	Tími uppi [ár,mán, dagar]	Tæring [μm]	Tæring meðaltal [μm]	Tæringar hraði [$\mu\text{m}/\text{ári}$]	Tæringar hraði meðaltal [$\mu\text{m}/\text{ári}$]
73	Stál	17.8.1999	6.9.2000	1, 0, 20	36,74	35,91	34,78	34,00
75	Stál	17.8.1999	6.9.2000	1, 0, 20	35,09		33,22	
104	Zink	17.8.1999	6.9.2000	1, 0, 20	2,03	2,14	1,92	2,03
106	Zink	17.8.1999	6.9.2000	1, 0, 20	2,26		2,14	
61	1050A	17.8.1999	8.11.2002	3, 2, 22	0,12	0,12	0,04	0,04
74	Stál	17.8.1999	8.11.2002	3, 2, 22	67,40	67,40	20,88	20,88
105	Zink	17.8.1999	8.11.2002	3, 2, 22	6,41	6,41	1,98	1,98
64	1050A	17.8.1999	13.8.2004	4, 11, 27	0,12	0,12	0,02	0,02
78	Stál	17.8.1999	13.8.2004	4, 11, 27	84,09	84,09	16,85	16,85
108	Zink	17.8.1999	13.8.2004	4, 11, 27	7,26	7,26	1,46	1,46

3 NIÐURSTÖÐUR

3.1 Almennt um niðurstöður

Á myndum 23, 24 og 25 má sjá niðurstöður allra mælinga á tæringu sýna, víðsvegar frá um landið. Fyrir sum sýnin vantar 18 ára niðurstöður eins og nefnt var að ofan. Niðurstöður á fyrstu 5 árunum gefa hins vegar vísbendingar um líklega tæringu á þeim stöðum.

Þá ber að taka niðurstöðum frá Vík í Mýrdal með nokkrum fyrirvara þar sem að staurarnir með tæringarsýnunum voru teknir niður um 2 árum fyrir lokamælinguna þar sem lóð Rarik á staðnum, þar sem tærigarrekarnir voru, var seld. Staurarnir lágu niðri á svipuðum stað í þessi 2 ár. Annar rekkinn var síðan endurreistur við lóð Vegagerðarinnar og sýni með hægtryðgandi stáli sett í hann til næstu 10 ára.

Eins og áður hefur komið fram í fyrri áfangaskýrslu þá var tæringin mæld sem þyngdarbreyting á sýni frá upphafsmælingu, deilt með flatarmáli sýnis á báðum hliðum.



MYND 2 Tæringarsýni á Höfn í Hornafirði. Stálsýni efst til hægri. Sínksýni fyrir miðju og álsýni neðst. Önnur sýni eru máluð.

Eins og sést á myndinni eru sýnin sett upp á flata plötu og fest með sérhönnuðum plasttöppum. Bilið milli sýnis og plötu var 17 mm, platan hallaði um 45° og snéri í hásuður í samræmi við tæringarprófanir á málningarsýnum. Það er því ljóst að sýnin verða ekki fyrir sömu áraun á báðum hliðum. Úthliðin er útsett fyrir veðri og vindum sem þvær mengun af yfirborðinu en hin er varin fyrir úrkomu þannig að þar geta mengunarefni, svo sem salt, safnast fyrir. Hliðarnar verða því fyrir mismunandi tæringu. Þetta kemur berlega í ljós þegar sýni eru skoðuð.

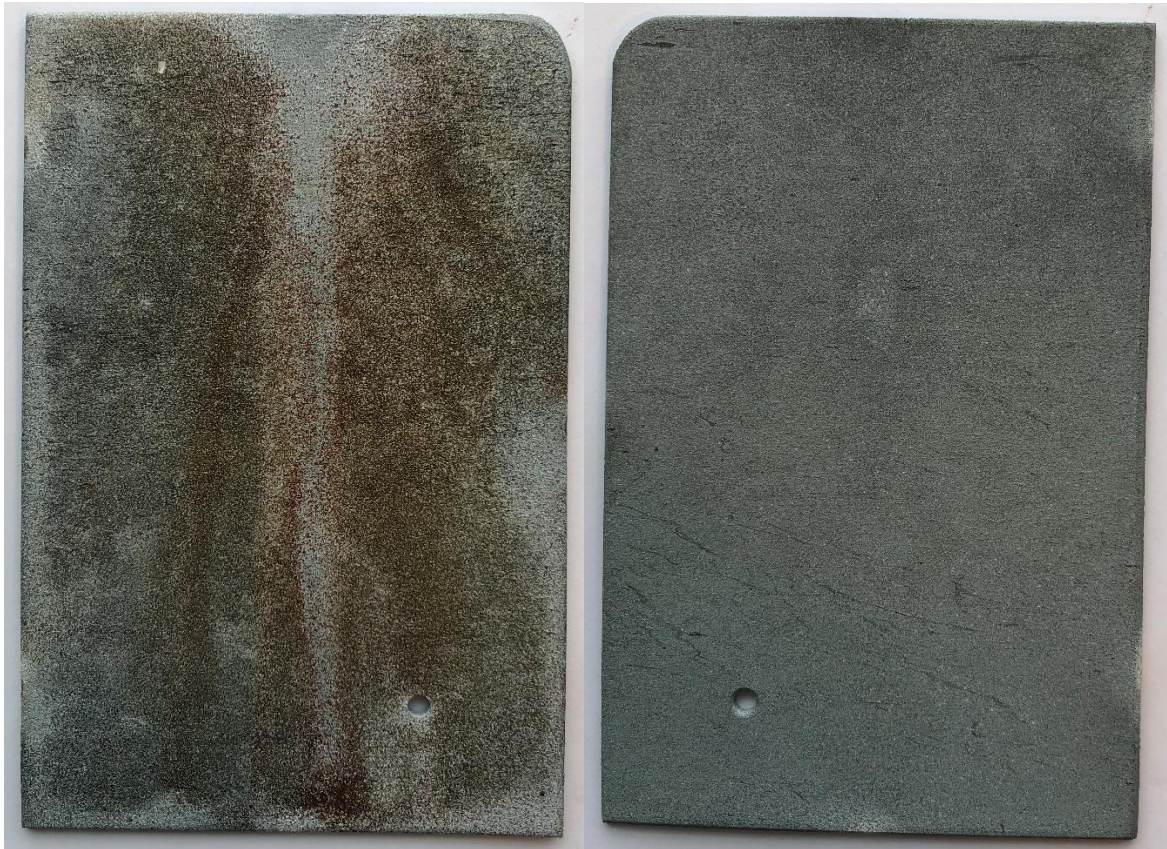


MYND 3 Sýni 46 (stál) frá Reykjavík. Neðri hlið vinstra megin, efri hlið hægra megin.



MYND 4 Nærmynd af sömu sýnum.

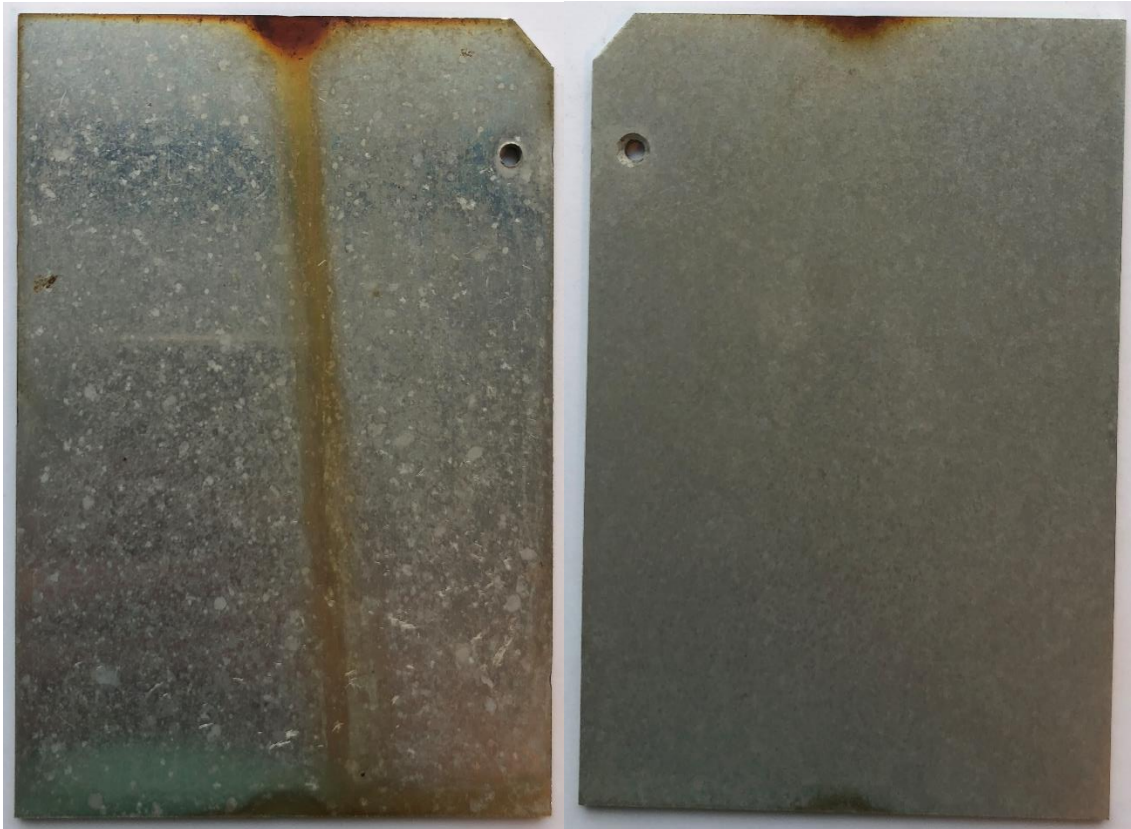
Sama er með tæringu á síns eins og sést á myndum af sýni frá Ólafsvík.



MYND 5 Sýni 43 frá Ólafsvík (sínk) neðri hlið til vinstri og efri hlið til hægri.

Það er greinilegt að tæring er miklu meiri á neðri hlið en á þeirri efri. Hér er síns á neðri hliðinni frá Ólafsvík litað af stálsýnum sem voru ofar á spjaldinu.

Mismunurinn á álsýnunum er ekki eins áberandi en neðri hliðin er samt áberandi meira glansandi en sú efri sem verður fyrir veðruninni. Ekki er munur á áltegundum hvað þetta varðar. Það virðist sem oxíðhúðin á álinu sé ennþá óveðruð á neðri hliðinni eftir 18 ár.



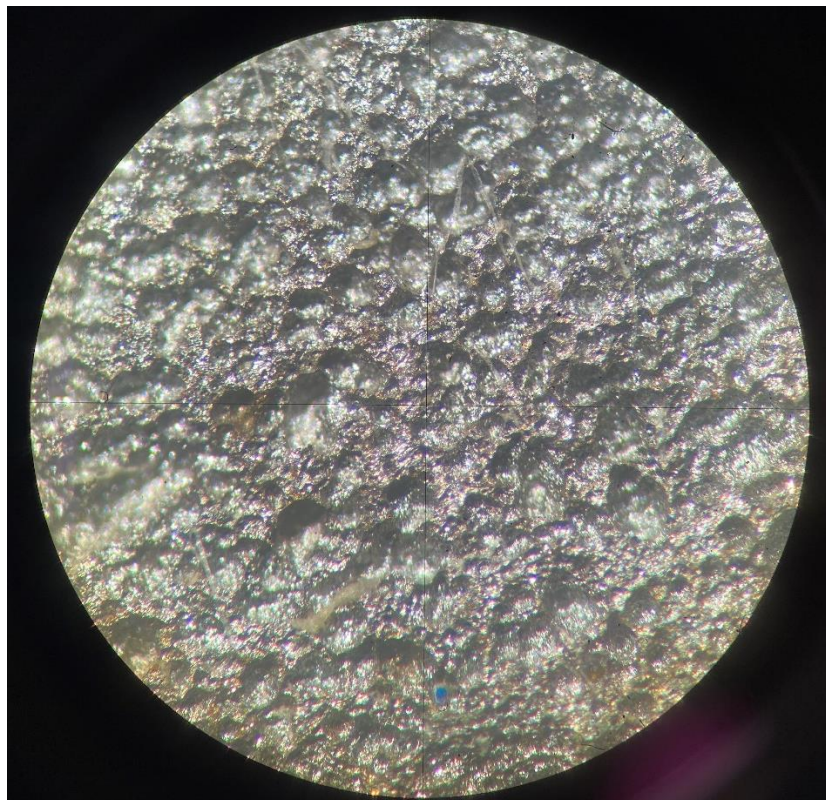
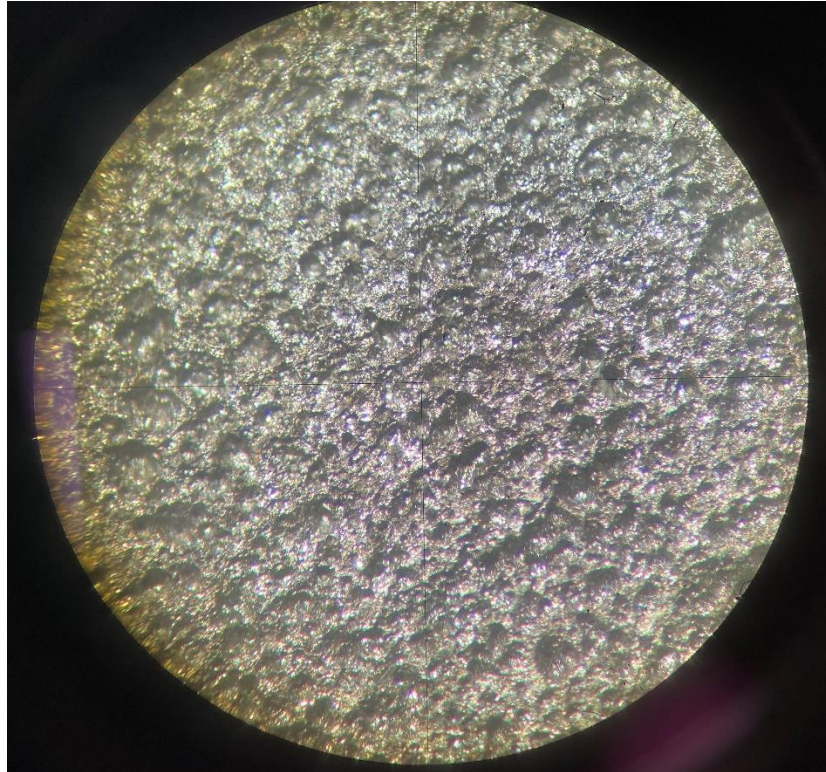
MYND 6 Álsýni frá Ólafsvík (1050A), neðri hliðin vinstra megin og efri hliðin hægra megin.

Ryðtaumar eru út frá festingu efst á plötunni, en næsta sýni fyrir ofan álsýni voru máluð stálsýni sem farin voru að ryðga nálægt köntum. Uppsetningin á sýnunum í Ólafsvík var með sama hætti og sést á myndinni af spjaldinu á Höfn í Hornafirði á mynd 2. Neðri hliðin er meira áberandi glansandi en sú efri, sem er mött.

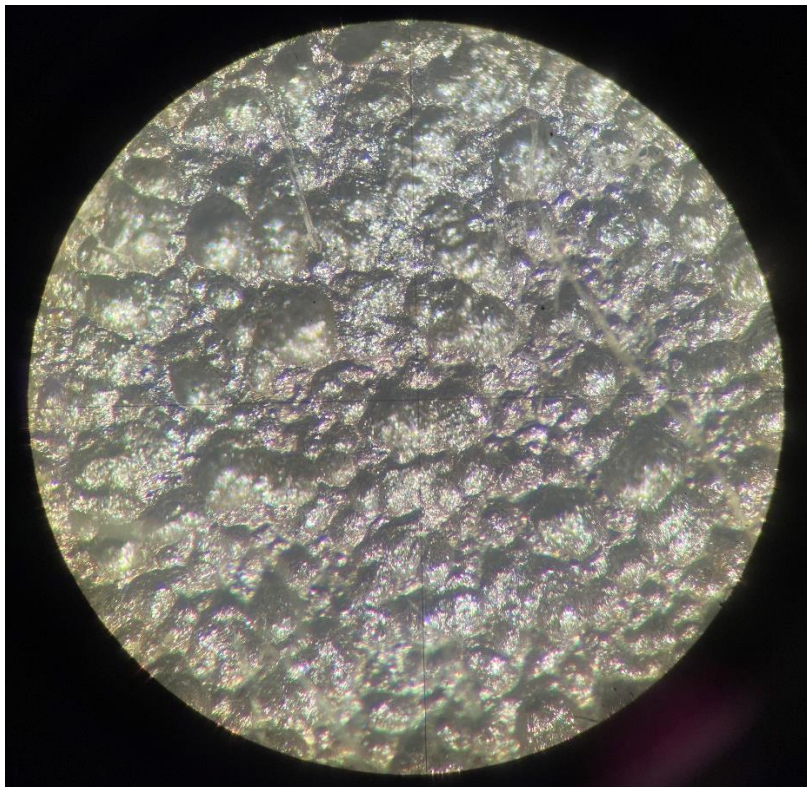
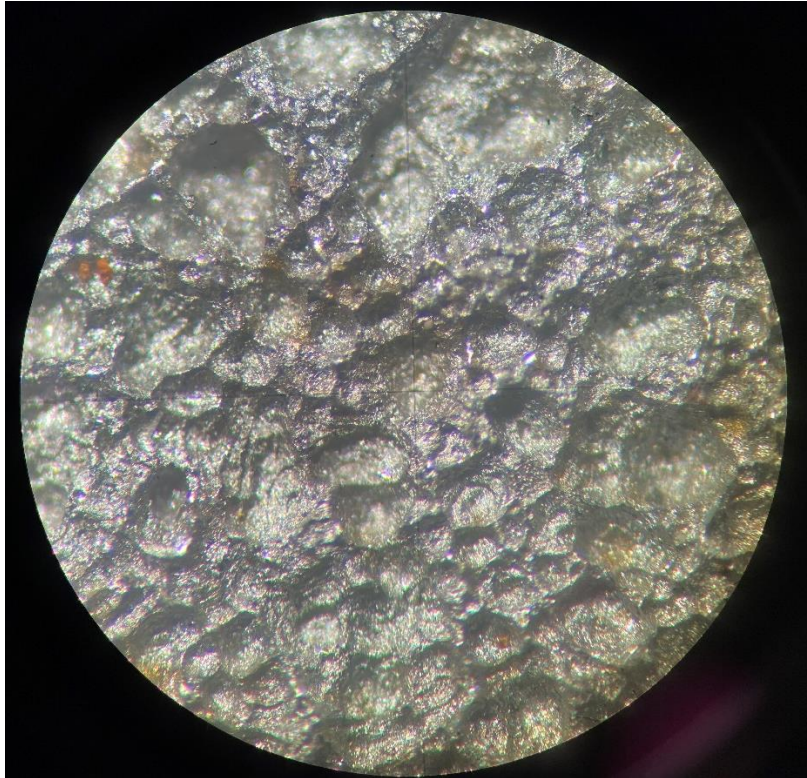
Einnig er áhugavert að skoða valin sýni í víðsjá (sjá myndir 7-12) en umrædd sýni voru öll tekin niður fyrir 18 ára mælinguna. Á myndum 7 og 8 eru sýnd stálsýni frá bæði Akureyri og Vík en eins og sjá má á grafinu á mynd 22 voru sýnin frá Akureyri meðal þeirra sýna sem sýndu minnstu tæringuna en sýnin frá Vík hinsvegar á meðal þeirra sem sýndu mestu tæringuna. Pyttir á sýninu frá Vík eru greinilega töluvert dýpri en á sýninu frá Akureyri. Eins er töluverðan mun að sjá á efri og neðri hlið hvers sýnis, hvort sem það er frá Akureyri eða Vík.

Sömu sögu er að segja um sýnin á myndum 9 og 10 en þar má sjá sínksýni frá bæði Akureyri og Svartsengi. Eins og sýnin frá Vík, voru sýnin frá Svartsengi meðal sýna með mestu tæringuna en Akureyri aftur meðal sýna með minnstu tæringuna. Sýnin frá Vík sýna töluvert meiri tæringu en greinilega pytti er að sjá á bæði efri og neðri hlið sýnisins.

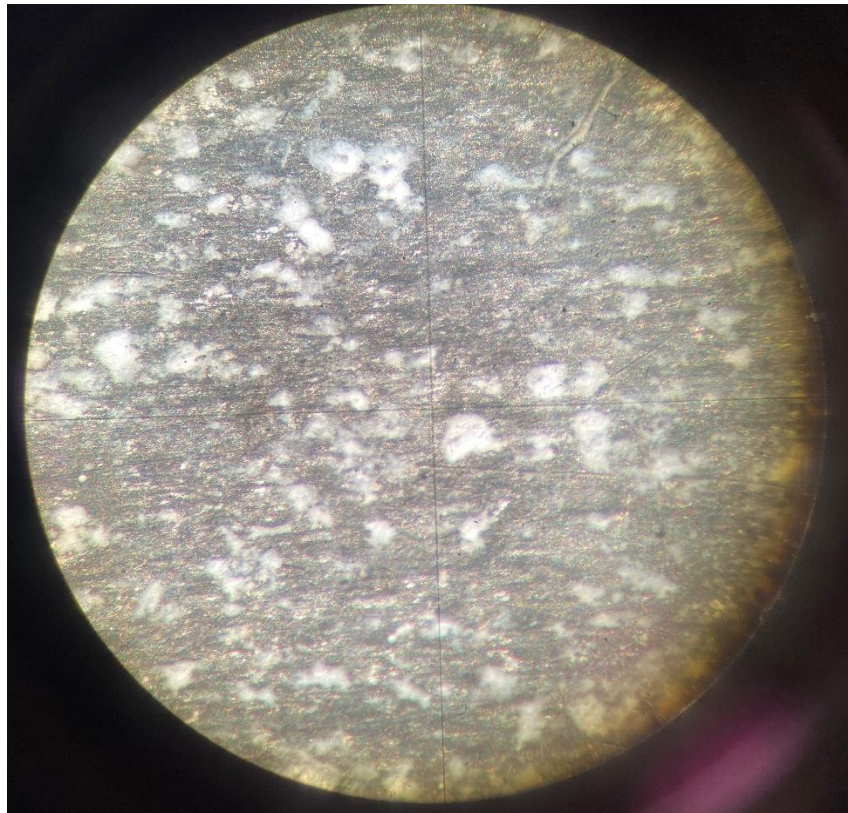
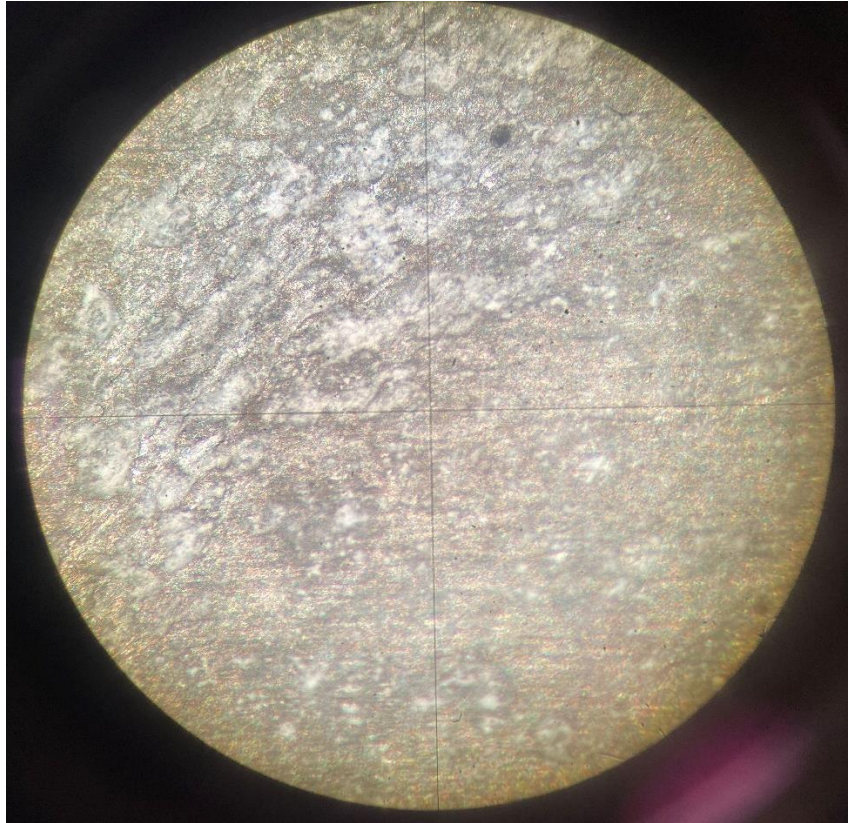
Myndir 11 og 12 sýna svo sýni frá Svartsengi, bæði 1050A og AlMg3. Eins og sjá má í töflu 11 var tæring þessara sýna álíka.



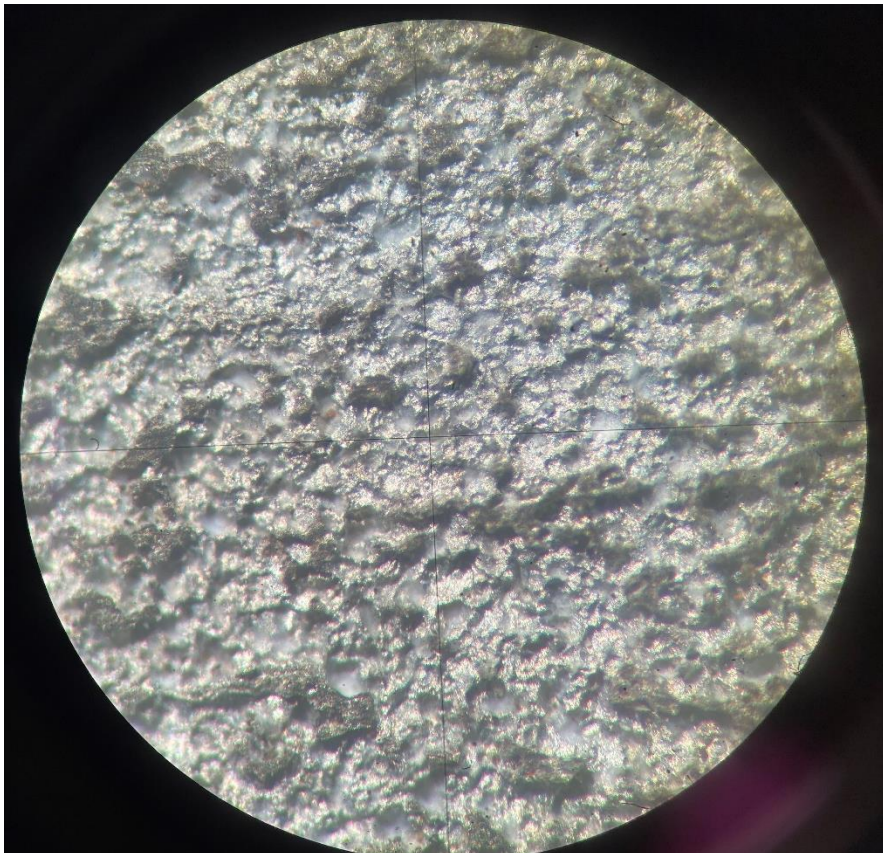
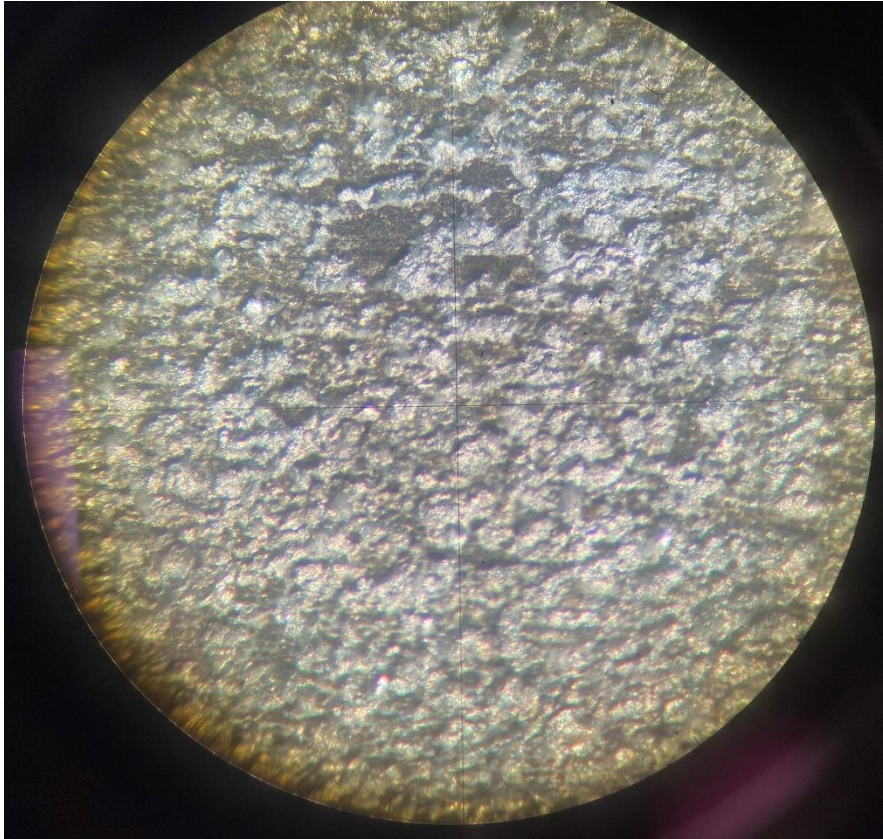
MYND 7 Stálsýni frá Akureyri, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu.



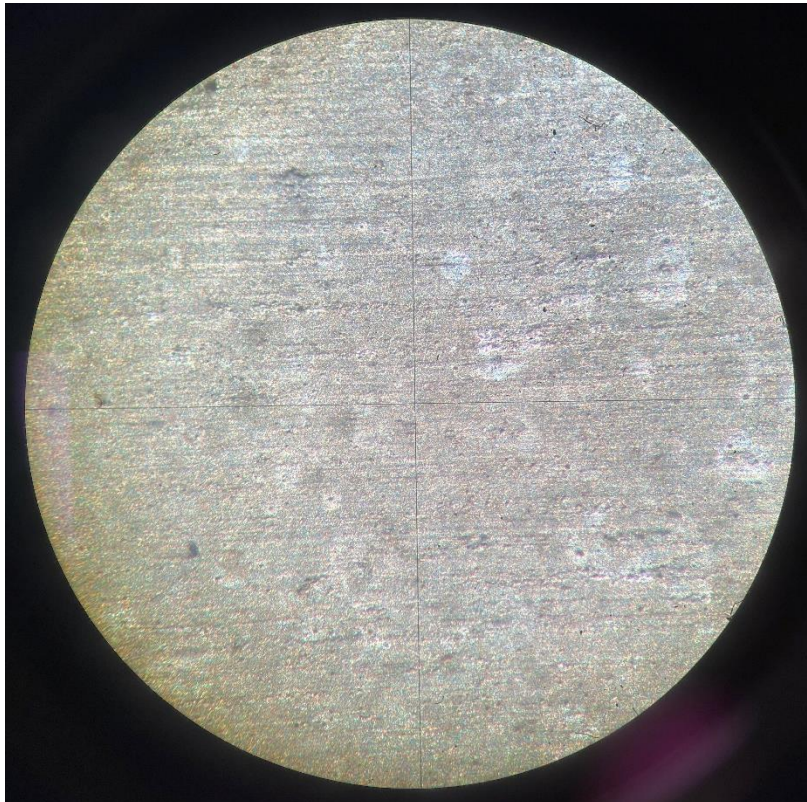
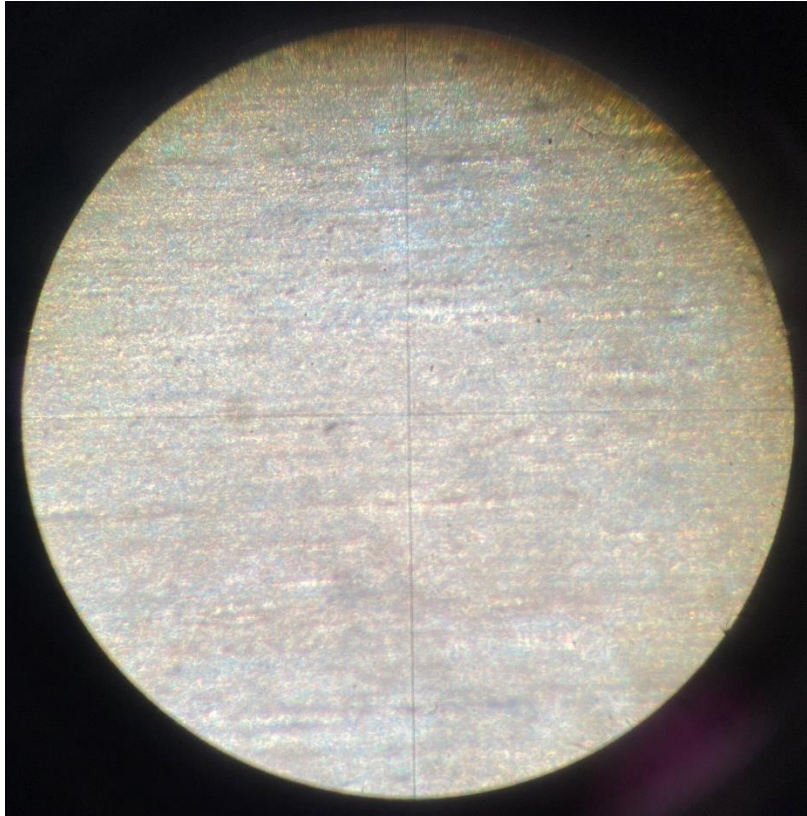
MYND 8 Stálsýni frá Vík, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu.



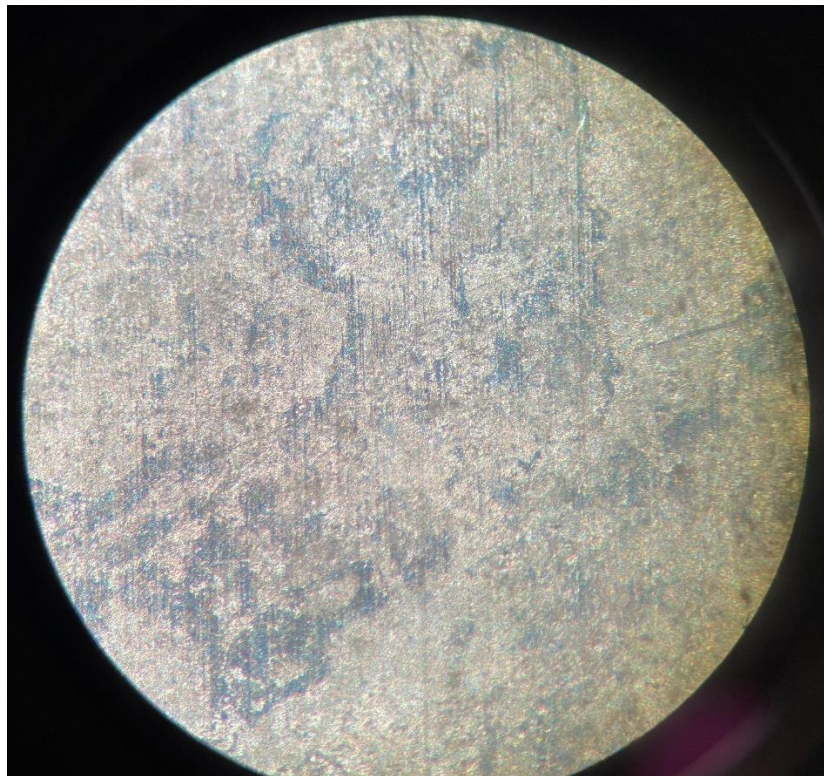
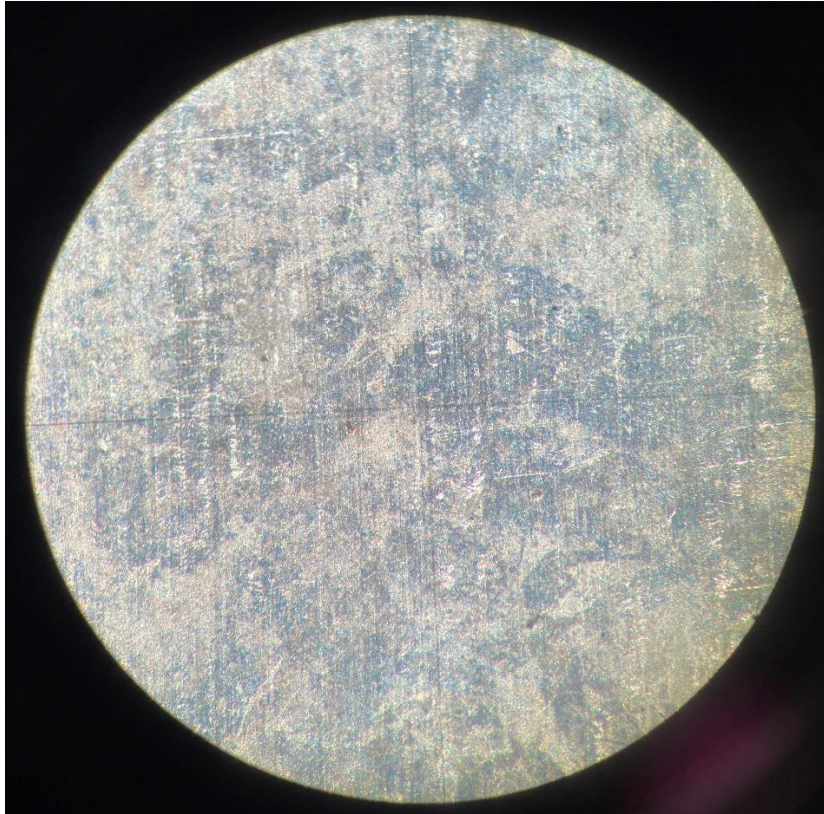
MYND 9 Zinksýni frá Akureyri, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu.



MYND 10 Zinksýni frá Svartsengi, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu.



MYND 11 AlMg3 sýni frá Svartsengi, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu.



MYND 12 1050A sýni frá Svartsengi, mynd tekin úr víðsjá. Efri myndin sýnir sýnið að ofanverðu, neðri myndin sýnir sýnið að neðanverðu.

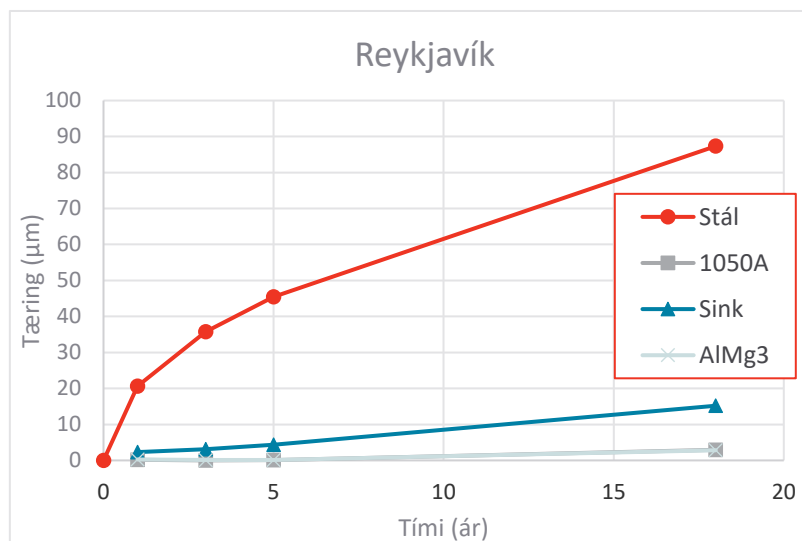
Eins og áður hefur komið fram þá sneru allir tæringarrekkarnir í hásuður. Það er í samræmi við ráðleggingar í staðli um sýni fyrir tæringarmælingar á málningarsýnum¹. Hér á landi virðist tæring vera að mestu leyti háð saltmagni í lofti sem er háð fjarlægð frá sjó og ráðandi vindátt. Það má því búast við að tæring mælist meiri ef sýnin eru látin snúa á móti opnu hafi. Þá ættu sýnin í Ólafsvík, Bolungarvík, Akureyri og Þórshöfn frekar að snúa í norður til að mæla hámarkstæringu.

Hér á eftir er fjallað um helstu niðurstöður mælinga fyrir hverja málmtegund fyrir sig.

3.2 Almennur samanburður á tæringu mismunandi málma

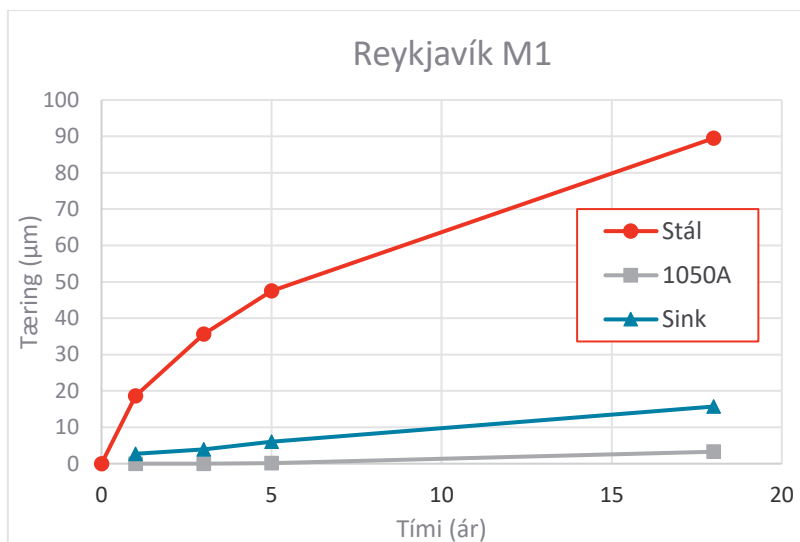
Dæmigerðar niðurstöður tæringarmælinga á stáli, heitgalvanhúðuðu stáli og tveimur gerðum af áli eru sýndar á myndum 13 og 14 fyrir tvo mælistaði í Reykjavík og á mynd 15 fyrir mælistaðinn á Akureyri. Þar sést að stál tærist mjög hratt fyrstu árin en svo dregur úr tæringarhraðanum og er hann líklega orðinn jafn eftir 5-10 ár. Þetta er almennt í góðu samræmi við niðurstöður tæringarmælinga annarstaðar.

Niðurstöður fyrir sínk og ál virðast hins vegar sýna jafna tæringu frá upphafi eða lítið eitt aukinn tæringarhraða með tíma. Á myndunum sést einungis ein lína fyrir ál. Það er vegna þess að tæring á álsýnunum var nánast sú sama bæði í Reykjavík og á Akureyri.

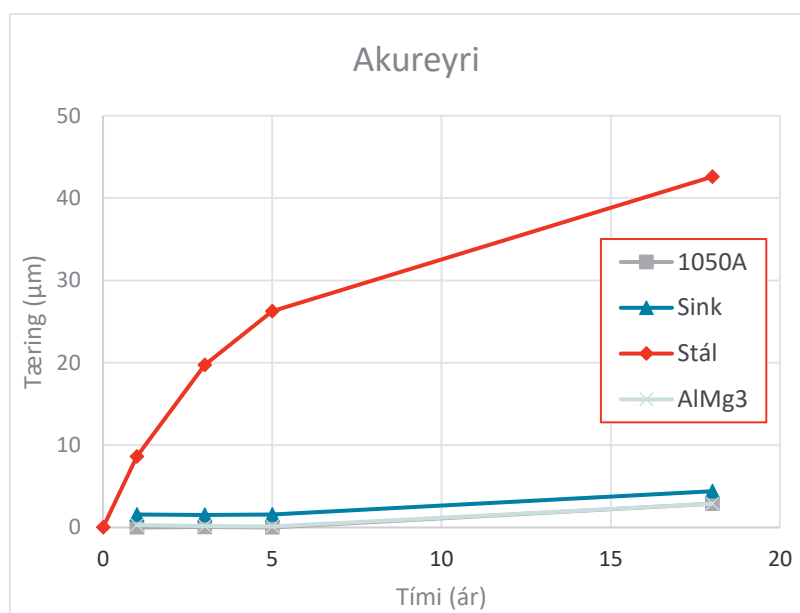


MYND 13 Niðurstöður á tæringu sýna frá Reykjavík (Veðurstofan).

¹ ÍST EN ISO 8565 Metals and alloys – Atmospheric corrosion testing – General requirements for field testing.



MYND 14 Niðurstöður á tæringu sýna frá Reykjavík (Rannsóknarstofa Byggingariðnaðarins).



MYND 15 Niðurstöður á tæringu sýna frá Akureyri.

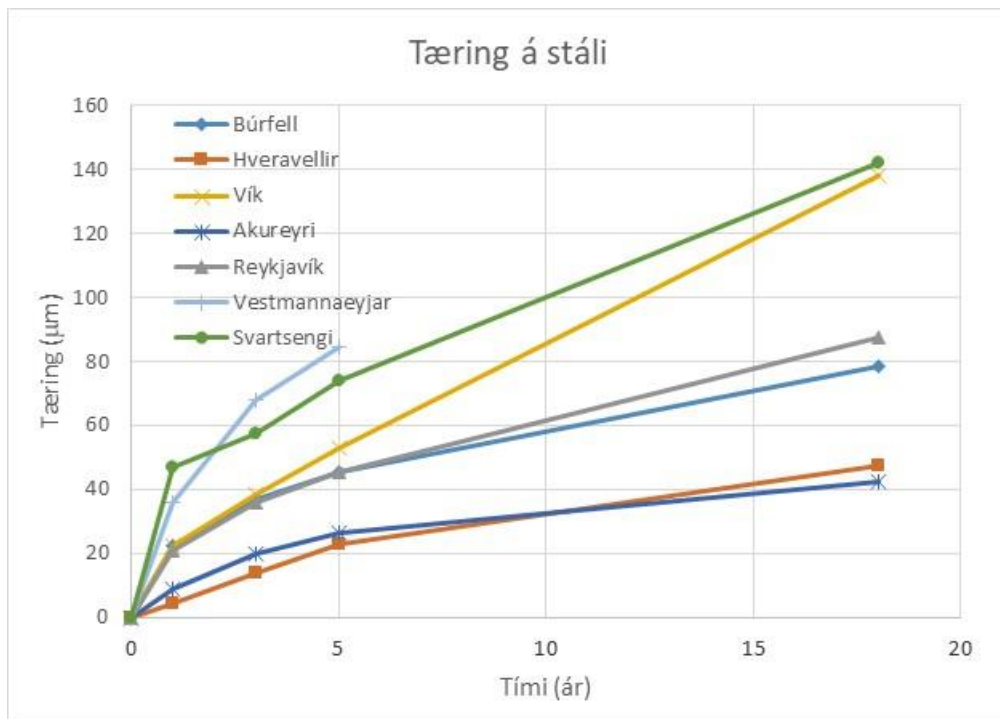
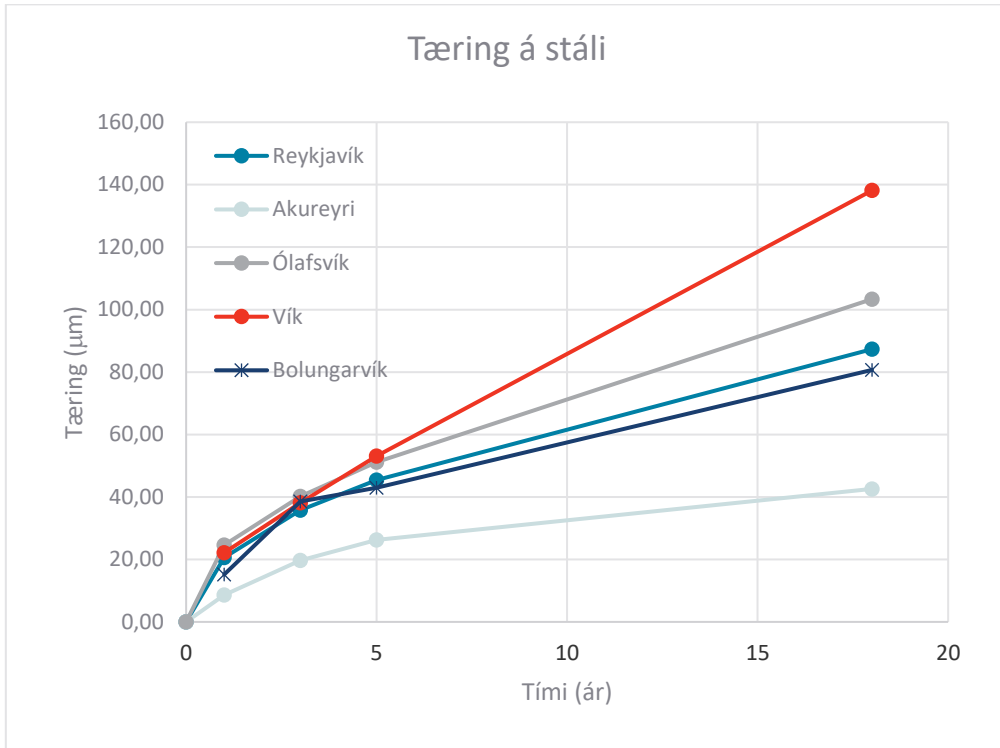
Eins og sést á línuritunum er ekki mikill ávinningur í að skoða tæringu þessara mismunandi málma á sömu myndinni. Til þess eru niðurstöðurnar of ólíkar. Hér á eftir verða því niðurstöðurnar sýndar fyrir hvern málma fyrir sig og reynt að bera saman tæringu á mismunandi stöðum á landinu.

Niðurstöður tæringarmælinga sýna að tæring er mjög misjöfn á Íslandi eftir landshlutum. Á myndunum hér að ofan sést þó að tæring er sú sama á Háaleitinu við Veðurstofuna og á þaki Rannsóknarstofu byggingariðnaðarins á Keldnaholti. Má því reikna með að tæring sé jöfn á öllu höfuðborgarsvæðinu.

Til samanburðar eru líka sýndar niðurstöður frá Akureyri. Þar sést að tæring á stáli er um helmingi minni fyrir norðan. Hún er hins vegar einungis fjórðungur fyrir sínk. Munurinn er hins vegar mun minni fyrir ál.

3.3 Tæring á stáli

Samanburður á tæringu eftir landshlutum er sýndur á eftirfarandi myndum fyrir stál. Á báðum myndum eru niðurstöðurnar frá Reykjavík og Akureyri til viðmiðunar.



MYND 16 Samanburður á tæringu á stáli eftir mælistöðum.

Þegar gröfin hér að ofan eru borin saman þá sést að sunnan heiða er mun meiri tæring en fyrir norðan. Þó er tæring á Þórshöfn svipuð og í Reykjavík, Ólafsvík og Bolungarvík, þ.e. 80-100 μm á 18 árum. Það vekur athygli að Búrfell sem er meira en 100 km frá sjó skuli vera með svipaða tæringu og sjávarplássin fyrir sunnan og vestan. Akureyri og Hveravellir eru þar langt fyrir neðan með um helming. Þeir eru greinilega inn til landsins fyrir norðan. Svo eru Vík, Svartsengi og Vestmannaeyjar í sérflokki. Því miður var tæringarrekkinn horfinn í Vestmannaeyjum en 5 ára mælingin bendir til enn meiri tæringar þar en í Vík.

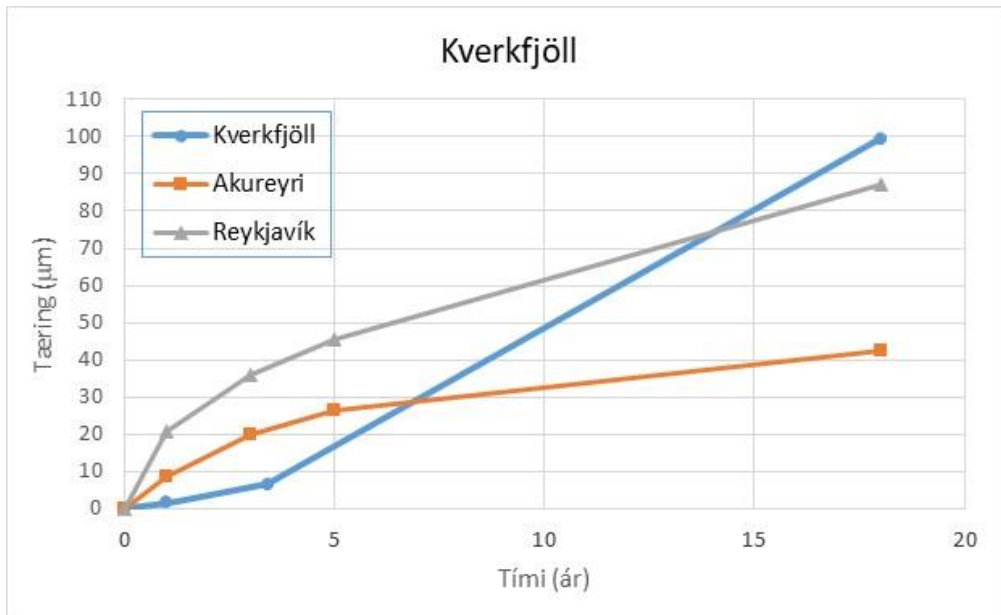
Mesta tæringin mældist á sýnum frá Svartsengi. Mælistaurinn var staðsettur við vatnstankinn sem er í um 500 m fjarlægð frá orkuverinu. Sýnin voru því bæði útsett fyrir miklu sjávarlofti og brennisteinsmengun frá orkuverinu.



MYND 17 Nanna glaðhlakkaleg við tæringarrekkann við Svartsengi, vatnstankurinn í baksýn. Stálsýni til hægri, neðri hlið.

Eftir 18 ár er greinileg pittatæring hafin á stálsýnunum og þá frekar á neðri hlið sýnanna.

Svo er rétt að vekja athygli á niðurstöðum frá Kverkfjöllum sem eru á næstu mynd. Hér er tæringarhraðinn mjög ólíkur því sem sjá má annars staðar. Tæringarsýni frá Kverkfjöllum voru ekki tekin á sömu árum og annars staðar sem breytir myndinni aðeins. Tæring er mjög lítil í upphafi, mun minni en á Akureyri til dæmis. En línan sýnir aukinn tæringarhraða frá 3,4 ára mælingu til enda. Nú eru Kverkfjöll í regnskugga norðan Vatnajökuls og eins langt frá sjó eins og komist verður hér á landi, svo það kemur ekki á óvart að tæring sé lítil þar. Mælingin eftir 18 ár er hins vegar hærri en í Reykjavík. Skýringanna er vafalaust að finna í eldgosinu í Holuhrauni á árunum 2014-15. Þá kom upp mikið magn af brennisteinsgufum sem lagði um allt NA-land. Sögusagnir herma að þá hafi tæring stórauðist á Austurlandi.

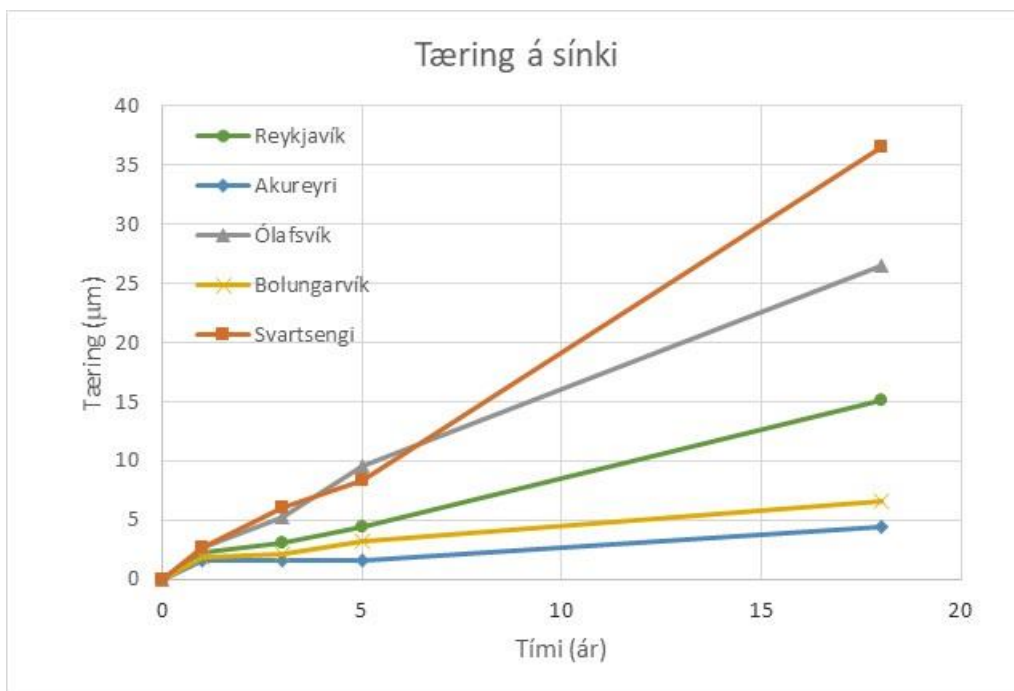


MYND 18 Samanburður á tæringu stáls í Kverkfjöllum, á Akureyri og í Reykjavík.

3.4 Tæring á síunki

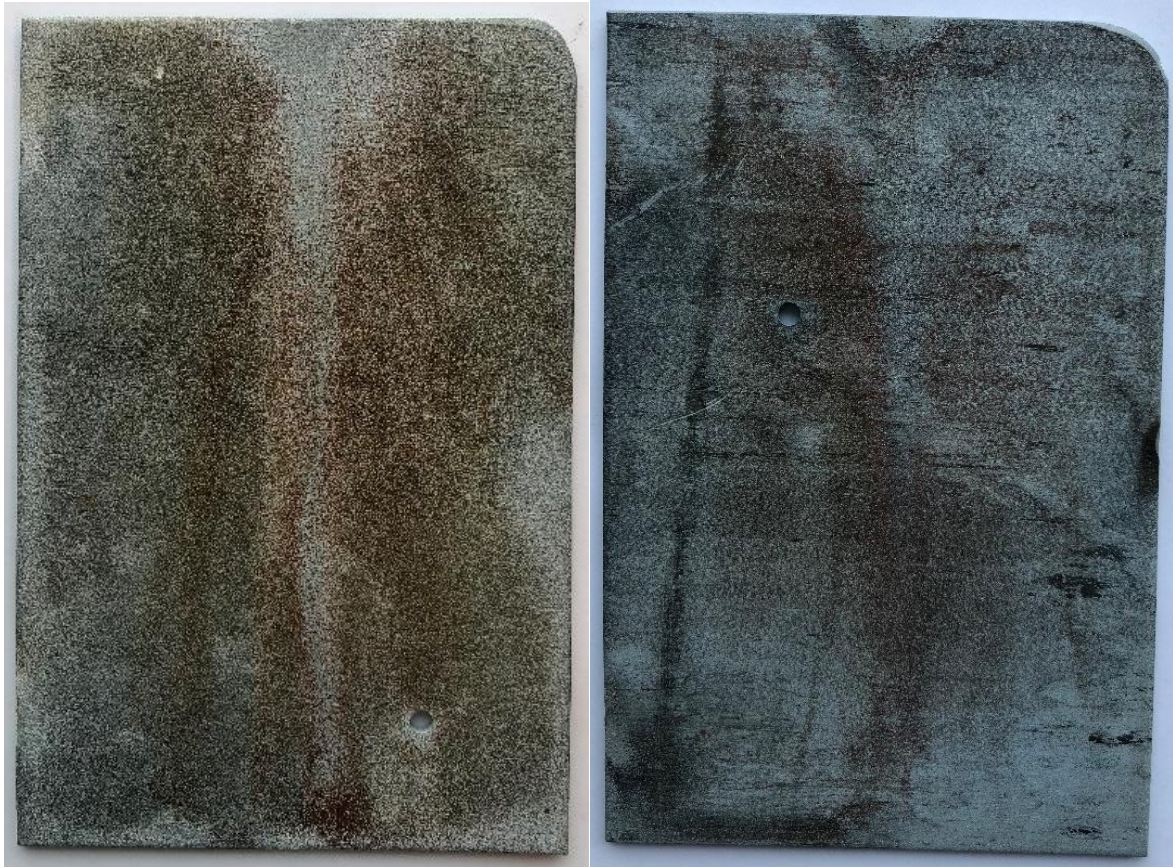
Þótt tæringarhraði á síunki fari í grófum dráttum eftir tæringarhraða stáls þá er samspil staðsetningar og veðráttu við tæringuna flóknari.

Á mynd 19 er valið að taka saman niðurstöður víðs vegar að. Hér skipa Akureyri og Bolungarvík sér saman í hóp með litla tæringu. Ólafsvík er hins vegar með nærri tvöfalt hraðari tæringu en í Reykjavík.



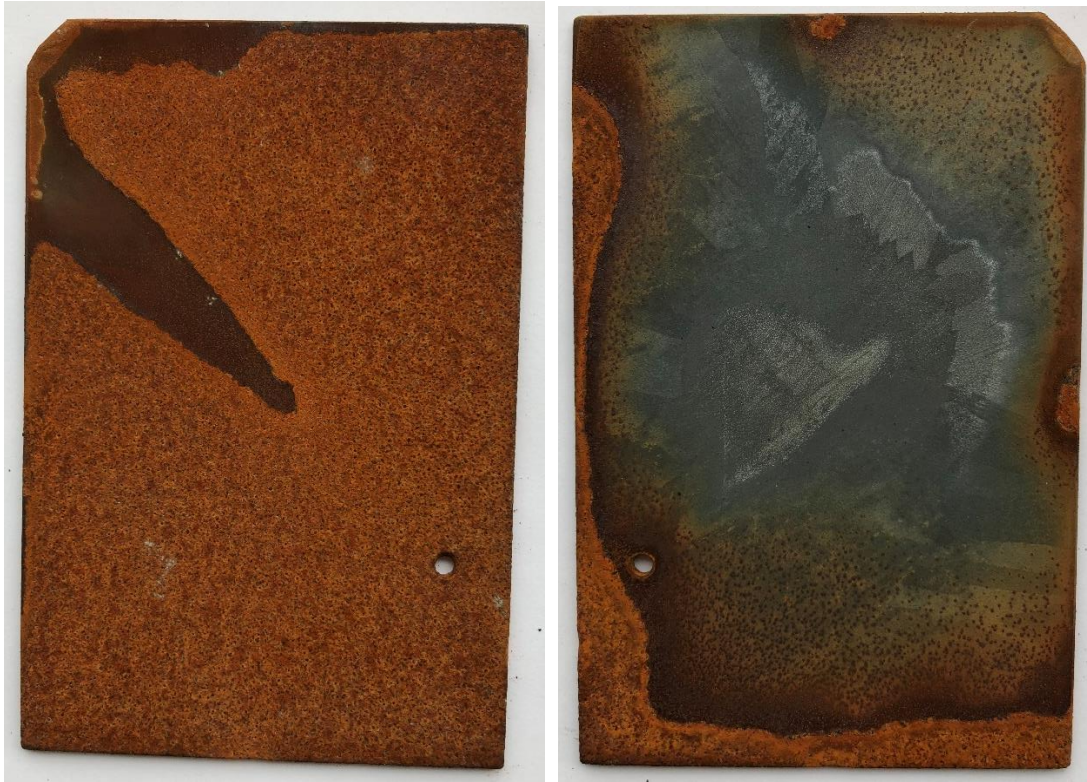
MYND 19 Samanburður á tæringu á síunki á mismunandi stöðum á landinu.

Það er áberandi að tæringin á sínkinu er öðruvísi en á stálinu. Hjá sínkinu falla saman niðurstöðurnar frá Akureyri, Bolungarvík, Vík og Þórshöfn með tiltölulega litla tæringu, sjá mynd 23 með öllum niðurstöðum. Svo falla niðurstöður saman frá Höfn, Hveravöllum, Reykjavík og Búrfelli með um 2-3 sinnum meiri tæringu en á fyrrnefndum stöðum. Loks eru Ólafsvík og Svartsengi í sérflokki með mestu tæringuna. Hér að neðan er mynd af sýnunum frá Ólafsvík og Svartsengi. Þau eru mikið tærð en liturinn á sýninu frá Ólafsvík er vegna ryðs frá stálsýni ofar í tæringarrekkunum.



MYND 20 Neðri hlið á sýni 43 frá Ólafsvík til vinstri og sýni 95 frá Svartsengi.

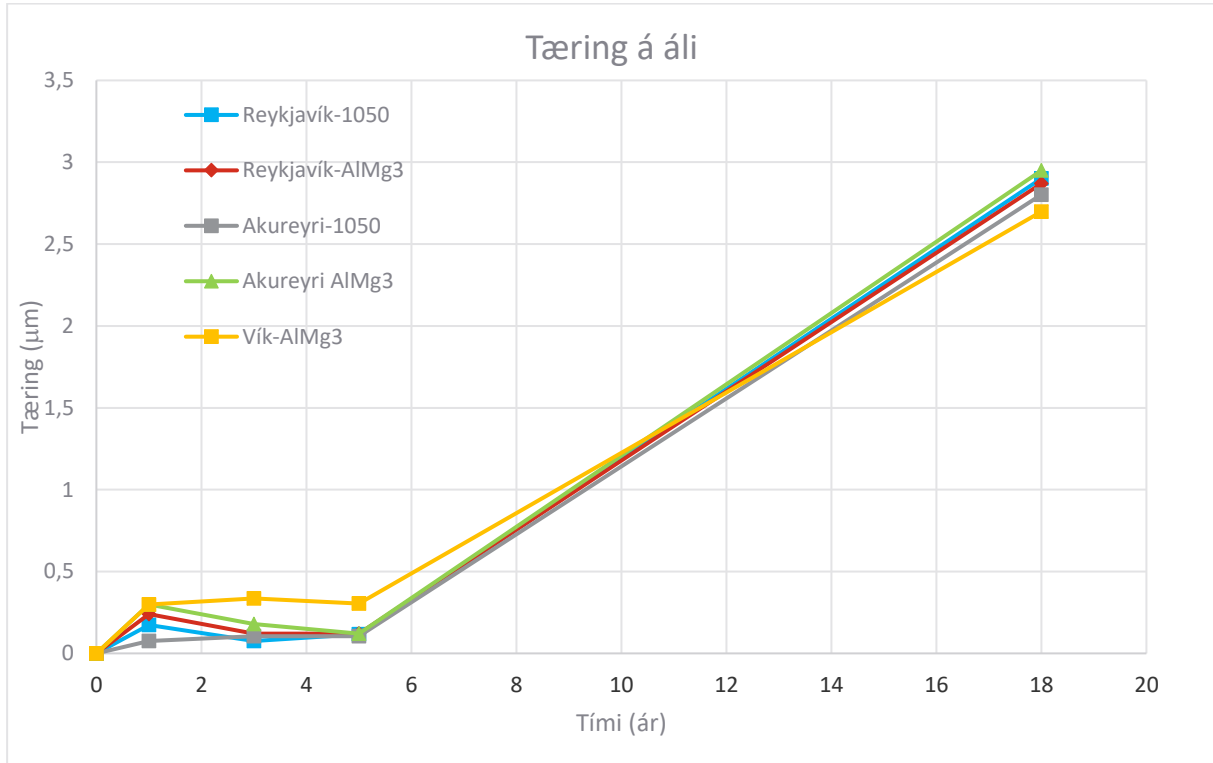
Til samanburðar eru hér sýndar myndir af heitgalvanhúðuðum stálsýnum frá Svartsengi. Ekki liggja fyrir upplýsingar um þykkt á sínhúðinni á sýnunum í upphafi en algeng þykkt sínhúðar á stáli af þessari þykkt er 40-60 μm . Á efri hlið er sínhúðin að mestu horfin en einungis á köntum á neðri hlið.



MYND 21 Heitsínkhúðuð stálsýni frá Svartsengi. Efri hlið til vinstir og neðri hlið til hægri.

3.5 Tæring á áli

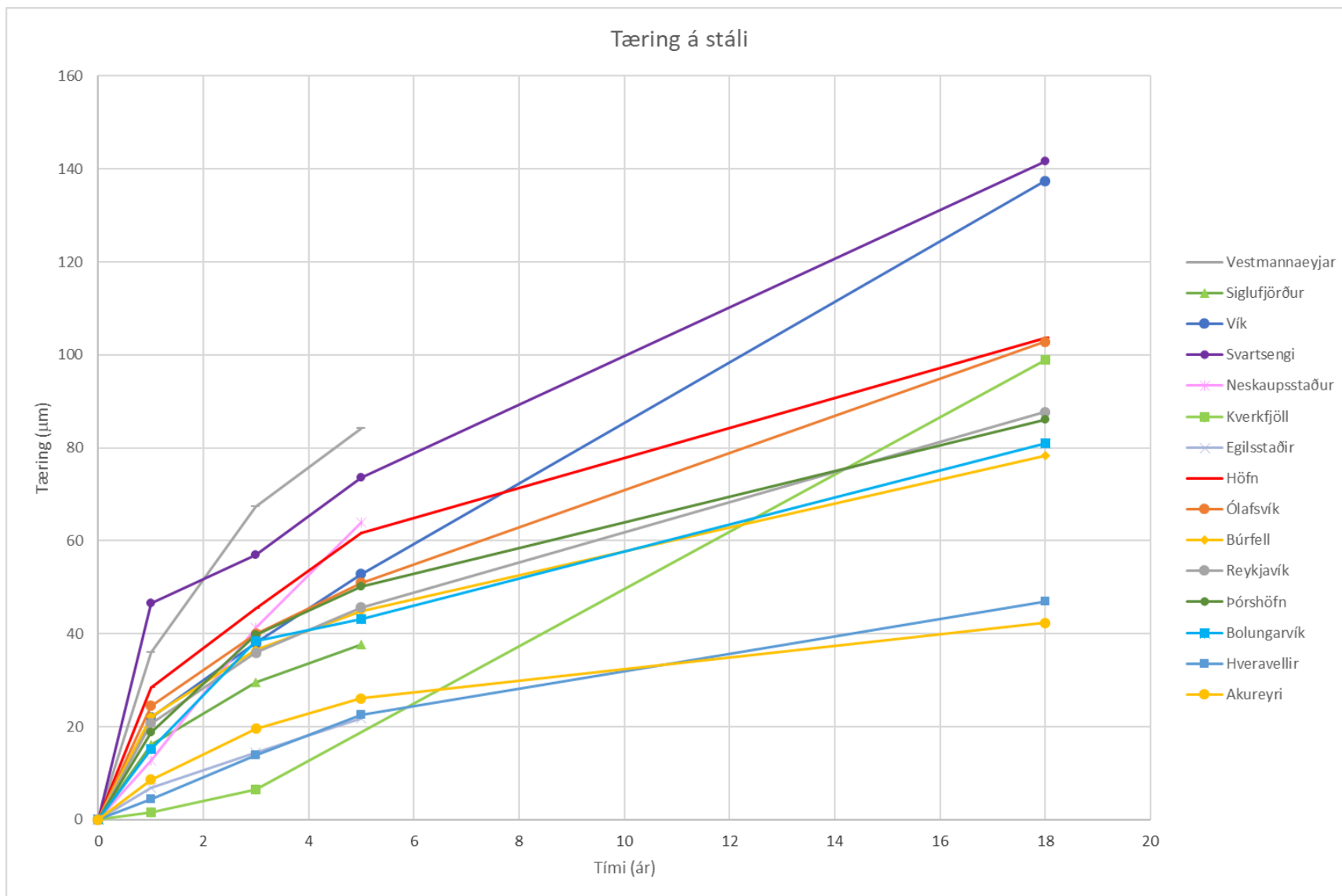
Tæring á áli virðist vera mjög lítil. Hún hegðar sér greinilega líka öðruvísi, en engin tæring virðist vera farin af stað eftir 5 ár. Við völsun á áli myndast oxíðhimna á yfirborðinu sem er mjög tæringarþolin. Fyrst þegar hún brotnar niður byrjar álið að tærust.



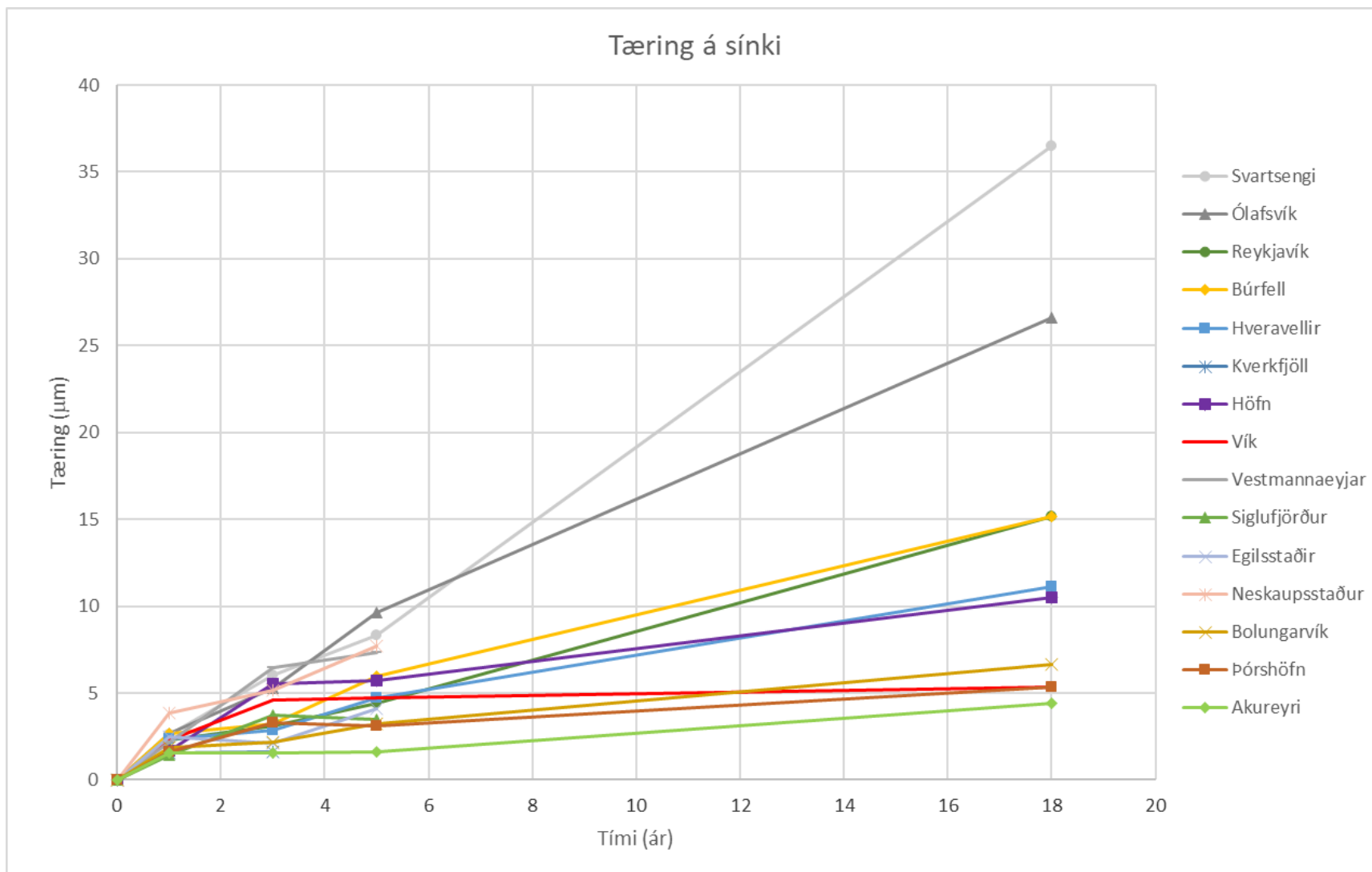
MYND 22 Samanburður á tæringu á áli.

Þar sem engar mælingar voru gerðar frá 5 árum að 18 árum er ómögulegt að sjá hvenær tæringin á álinu hófst. Þar með er einnig ómögulegt að finna tæringarhraðann eftir að hún hefst. Þegar sýnin eru skoðuð sést eins áður er vikið að, að munur er á hvernig sýnið snýr í tæringarrekknum. Efra borð sýnanna verður matt þegar oxunarhúðin veðrast af á meðan húðin nær að haldast á þeirri hlið sem snýr að spjaldinu. Þar er væntanlega tæringin mjög lítil þannig að leiða má líkur að því að öll tæring eigi sér stað á efri hliðinni. Það þýðir að á efri hlið er væntanlega raunveruleg tæring tvöföld miðað við mæld gildi þar sem mældu gildin miðast við allt yfirborð sýnanna.

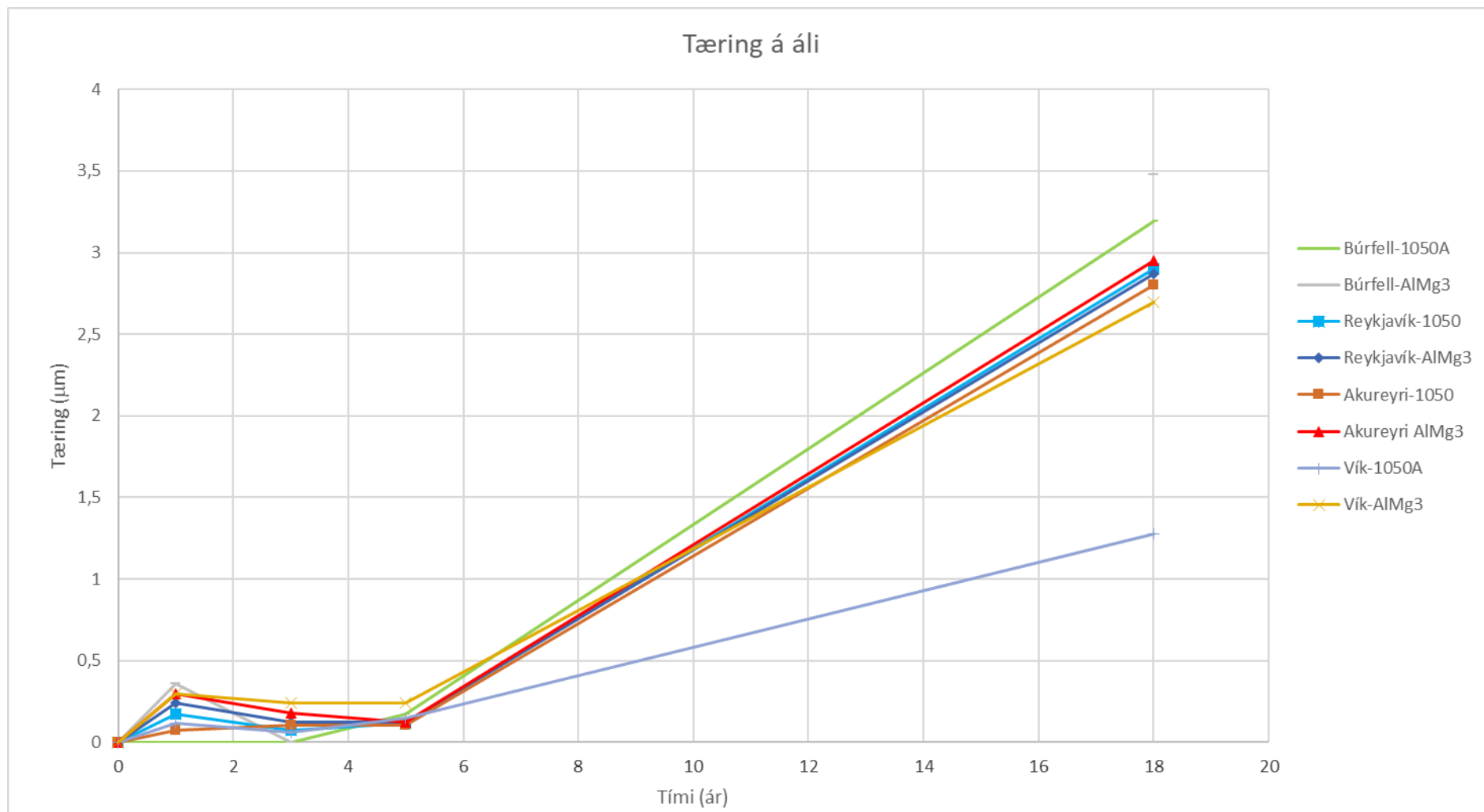
Af mynd 21 sést að tæring á áli virðist óháð staðsetningu. Það kemur á óvart þar sem alltaf er reiknað með að ál tærist hraðar í söltu umhverfi. Einnig kemur á óvart að báðar áltegundirnar virðast tærust jafnhvatt. Niðurstöðurnar gefa til kynna að það sé lítill kostur við að nota betra álið, ALMg3, í stað hreins áls, A1050.



MYND 23 Niðurstöður mælinga á tæringu stálsýna, víðsvegar frá um landið.



MYND 24 Niðurstöður mælinga á tæringu sinksýna, víðsvegar frá um landið.



MYND 25 Niðurstöður mælinga á tæringu álsýna, bæði hreinu áli (1050A) og veðrunarþolnu manganblönduðu áli (AlMg3) frá völdum stöðum á landinu. Eins og sést er lítill sem enginn munur milli sýnanna frá Reykjavík og Akureyri. Munur sést á sýnum staðsettum í Búrfelli og Vík.

