

# Samsetning og uppruni svifryks í Hvalfjarðargöngum

GÍSLI GUÐMUNDSSON

# Markmið

Markmið þessa verkefnis var að greina samsetningu fallryks/svifryks í Hvalfjarðargöngum og ákvarða hluta einstakra þátta sem mynda rykið. Aðeins var einblínt á þátt fasts efnis rykinu. Markmiðið var að ákvarða hlut eftirfarandi þátta í uppruna svifryks:

- Dekkjaslit (með og án nagladekkja)
- Malbiksslit (bindiefni og fylliefni)
- Slitbúnaður ökutækja (bremsuborðar ofl. þ.h.)
- Útblástur ökutækja (sem ryk/sót)
- Annað (jarðvegur, eldfjallaska, vegsalt, ofl.)

# Markmið

Svifryksmengun á götum úti geti verið sýnileg, er erfitt (en gerlegt) að safna sýnum af svifryki í nægjanlega miklu magni til þess að gera ítarlegar rannsóknir á eiginleikum þess. Þar að auki er erfitt að greina uppruna svifryks, vegna fjölþættra breyta sem hafa áhrif á samsetningu og eiginleika þess.

Í Hvalfjarðargöngum virðist, mjög lauslega áætlað, vera um 10 sinnum meira svifryk í hverri rúmmálseiningu en t.d. á Grensásvegi.

# Markmið

Meginástæðan fyrir mikilli svifryksmengun er afmarkað rými ganganna, auk þess sem veðurfarsþættir (vindur og úrkoma) eru ekki til staðar.

Með því að útiloka veðurfarsþætti er hægt að einblína á umferðartengda svifryksmengun.

Þótt svifryksmagnið sé mikið í Hvalfjarðargöngum, þá virðist magn þess vera á rúmmálseiningu álíka mikið og í sænskum veggöngum.

# Tímabil

Verkefnið skiptist í tvo áfanga.

Fyrir áfangi var unnin frá 2017 til 2018. Áfanginn var styrkur af Speli ehf.

Seinni áfangi var unninn frá 2018 til 2019. Áfanginn var styrkur af Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar.

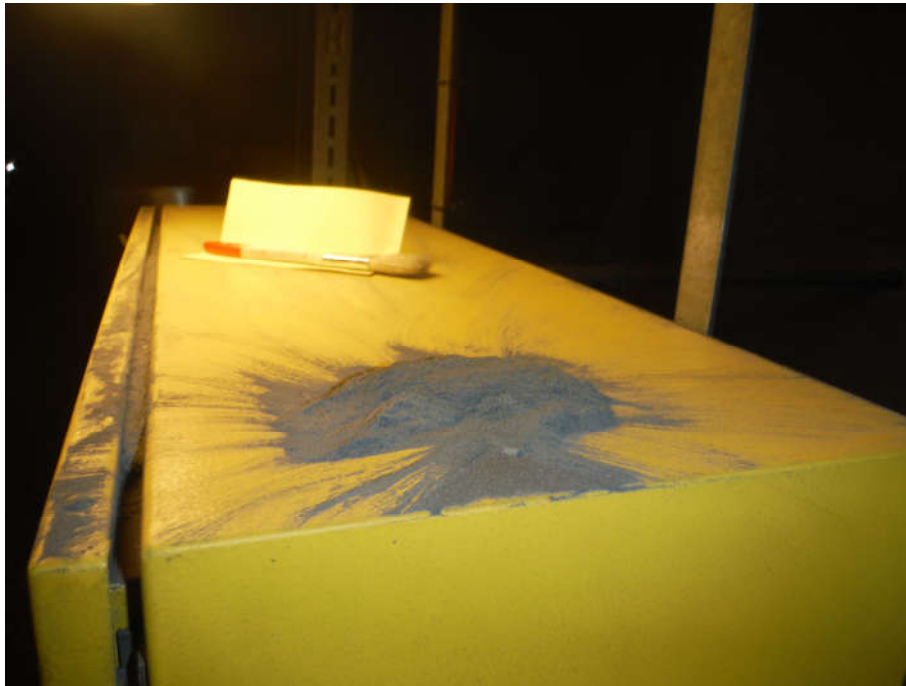
Í fyrri áfanganum var heildarsamsetning ryksins efnagreind (ICP) sem og samsetning grófari hluta sýnanna (SEM-HÍ), þ.e. fallryks ( $> 10$  mikron).

Í seinni áfanga verkefnisins var samsetning svifryks ( $< 10$  mikron) efnagreind (SEM-NMÍ).

Unnið var með sömu sýni í báðum áföngunum.

# Sýnataka

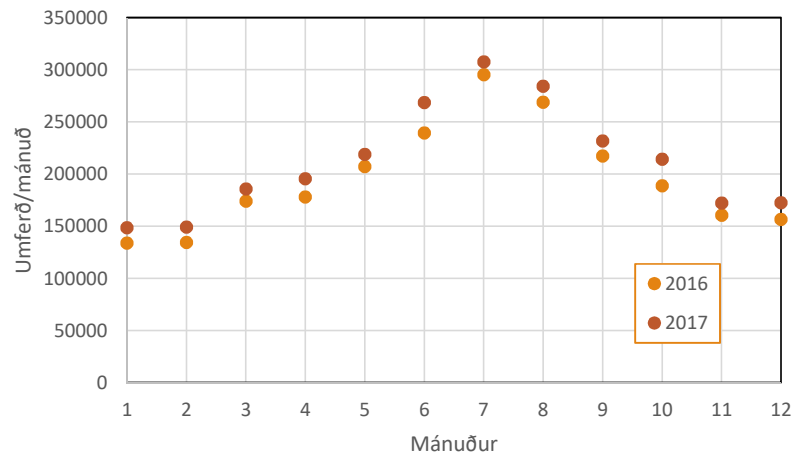
Auðvelt að safna sýnum af ryki í nægjanlegu magni. Sýnataka frá október 2017 til júní 2018.



# Svifryk

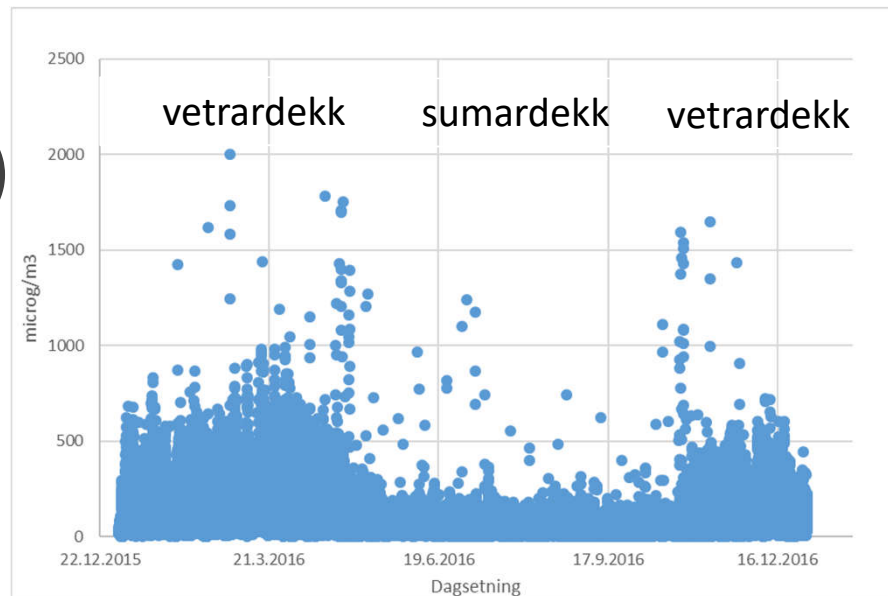
## Fjöldi ökutækja

(bílar/mánuð)



## Svifryk (< 10µm)

(µg/m³)



	2016 meðaltal (µg / m³)	2016 (fjöldi ökutækja)
Allt árið	108	2.355.436
Janúar til maí	180	620.647
Nón. og desember	174	317.234
Júní til september	42	1.021.665

# Setmyndunarhraði

## Vetrardekkjatímabil:

- Stöð 2560: Setmyndunarhraði: 0,6780 og 0,2740 mg/cm<sup>2</sup> dag
- Stöð 4600: Setmyndunarhraði: 1,8807 og 1,4047 mg/cm<sup>2</sup> dag
- Stöð 6027: Setmyndunarhraði: 0,8292 mg/cm<sup>2</sup> dag
- Stöð 5100 (Guðlaug): Setmyndunarhraði: 0,7420 og 0,6114 mg/cm<sup>2</sup> dag

Meðalsethraði: 0,917 mg/cm<sup>2</sup>/dag

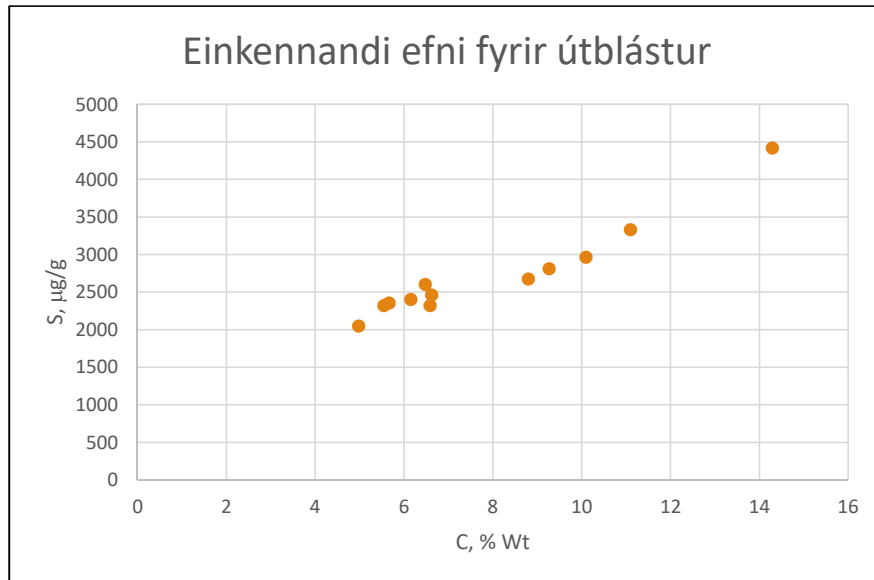
## Sumardekkjatímabil:

- Stöð 2560: Setmyndunarhraði: 0,1550 og 0,1597 mg/cm<sup>2</sup> dag
- Stöð 4600 : Setmyndunarhraði: 0,1566 mg/cm<sup>2</sup> dag
- Stöð 6027: Setmyndunarhraði: 0,2435 mg/cm<sup>2</sup> dag
- Stöð 5100 (Guðlaug): Setmyndunarhraði: 0,2322 og 0,1367 mg/cm<sup>2</sup> dag

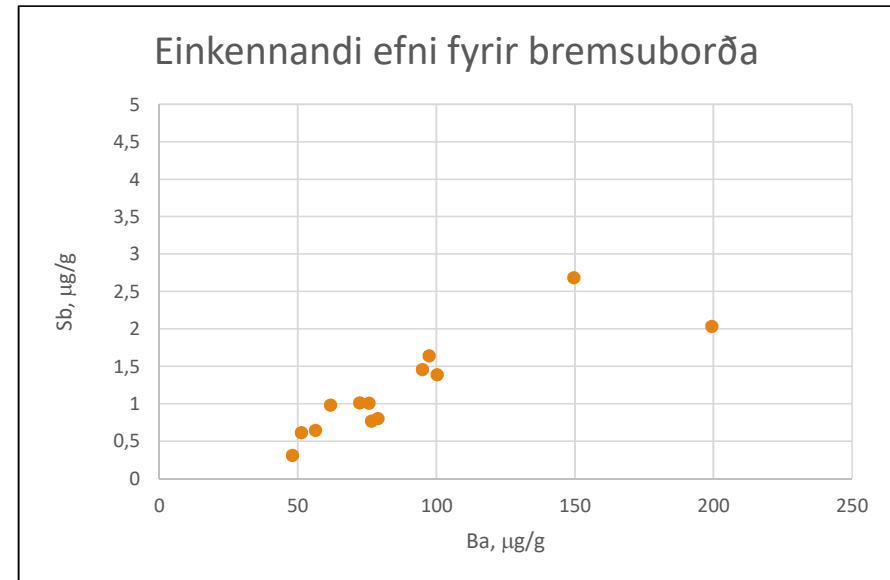
Meðalsethraði: 0,181 mg/cm<sup>2</sup>/dag



# Snefilefnagreiningar (Dumas og ICP)

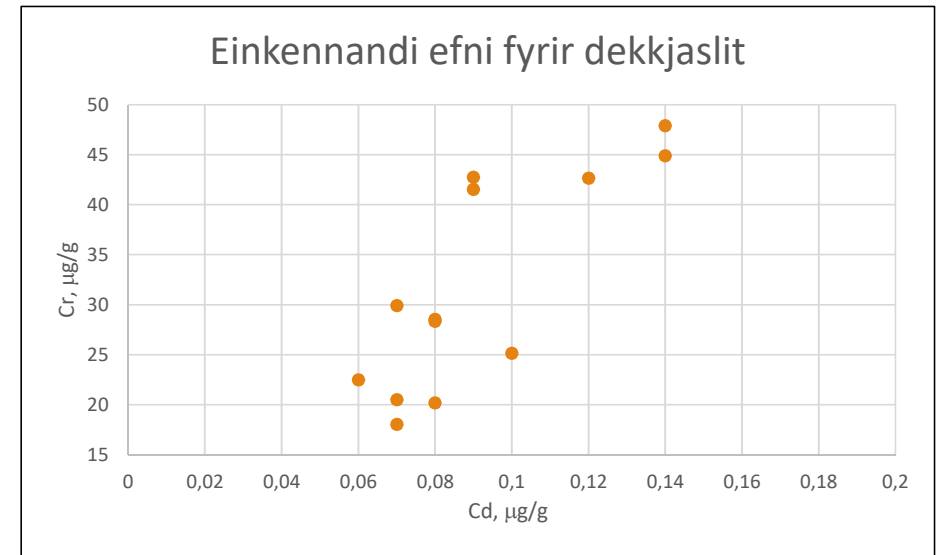
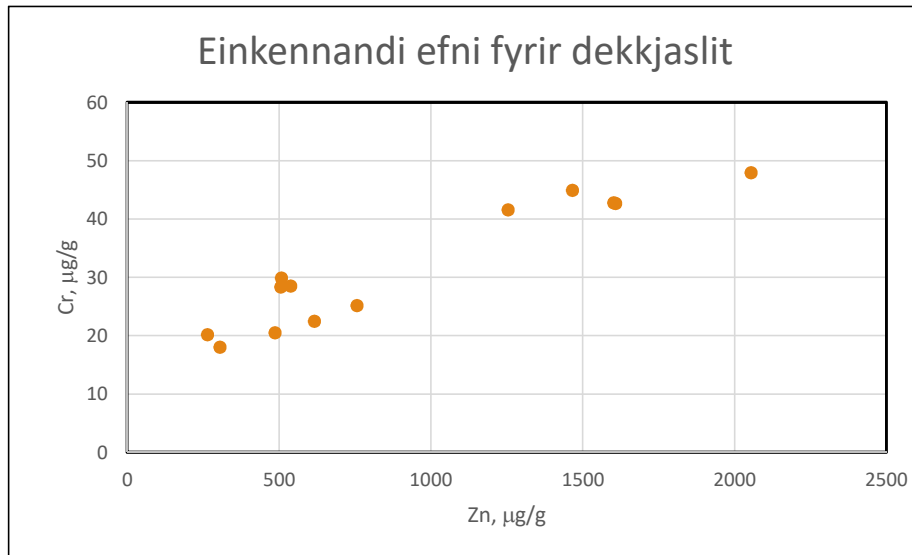


Bendir til þess að efni frá útblæstri ökutækja sé ríkjandi þáttur í samsetningu ryksins



Bendir til þess að hluti ryksins sé upprunninn úr bremsborðum ökutækja sem fara um göngin

# Snefilefnagreiningar (Dumas og ICP)



Bendir til þess að töluverður hluti ryksins sé stafi frá sliti á dekkjum ökutækja sem fara um göngin

# Rafeindasjásjá (SEM)

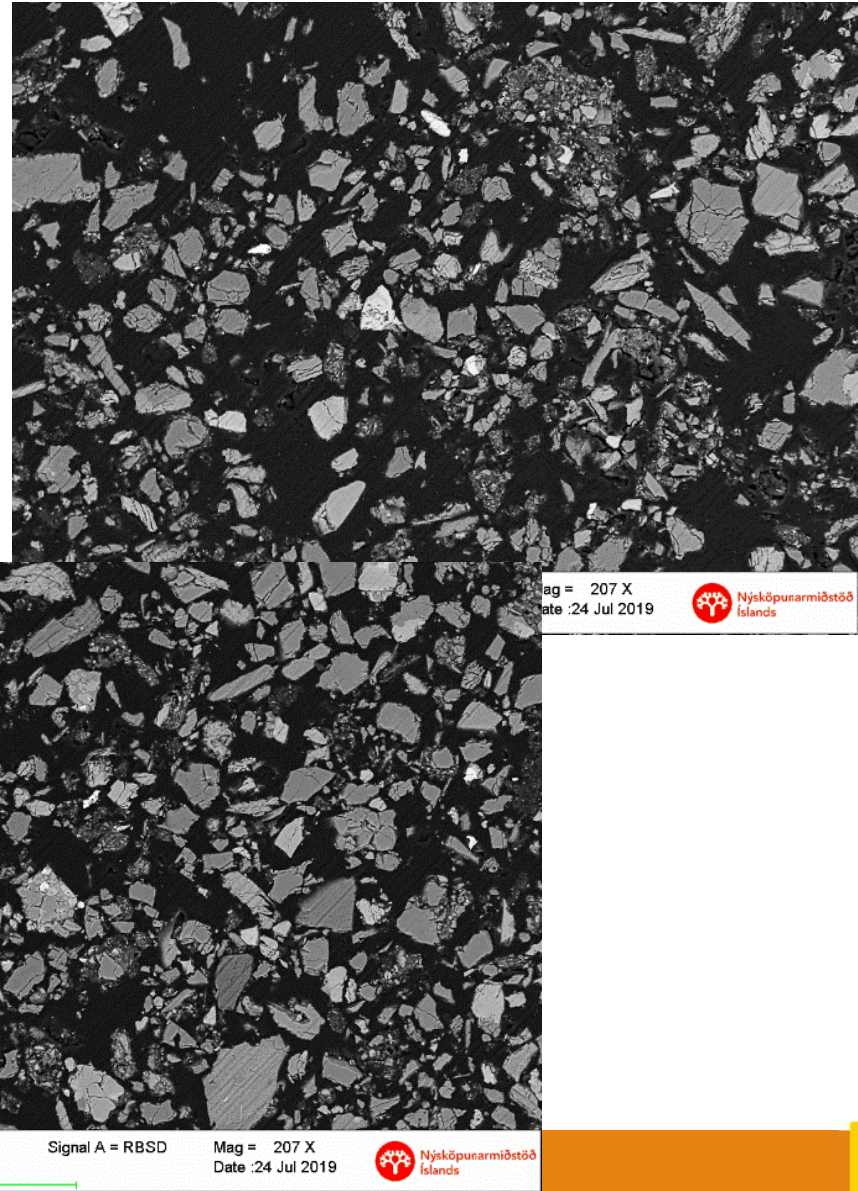
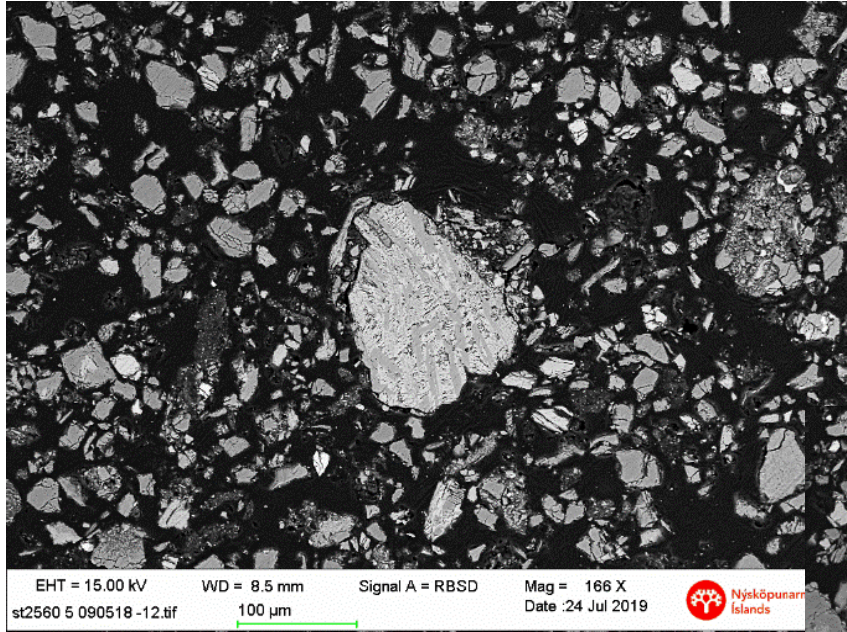
Alls voru gerðar um 900 greiningar með SEM og fjöldi mynda teknar í mismunandi stækkun (frá 100x til >1000x stækkun).

# Rafeindasjásjá (SEM)

Skipta má kornum í svifrykssýnunum í nokkra hópa:

- Stök korn sem eru fylliefni úr malbiki
- Smá korn (oft fyllefni) bundin saman af kolefnisríkum grunnmassa, Zn algengt efni (dekkjaslit?) sem og önnur efni
- Önnur korn s.s. ryð, málm flísar og annað torkennileg efni

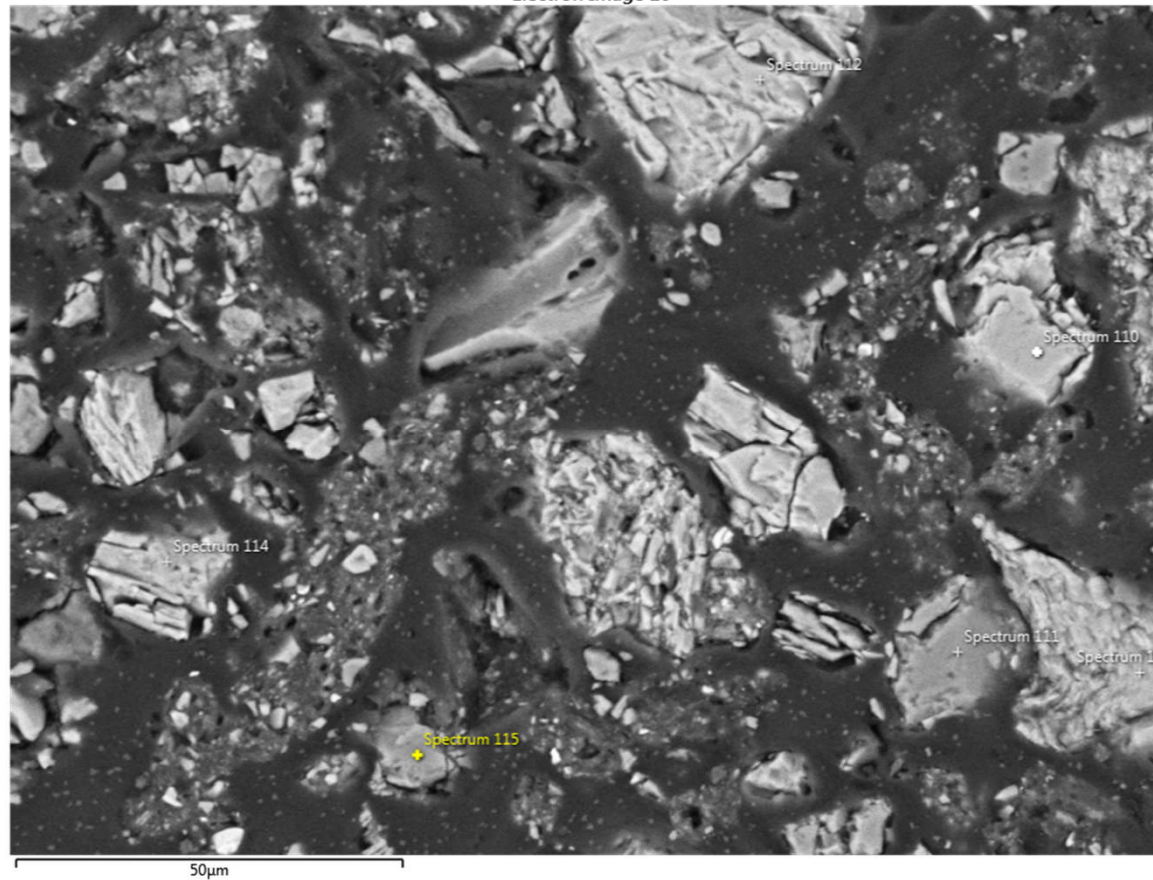
# Rafeindasjásjá (SEM)



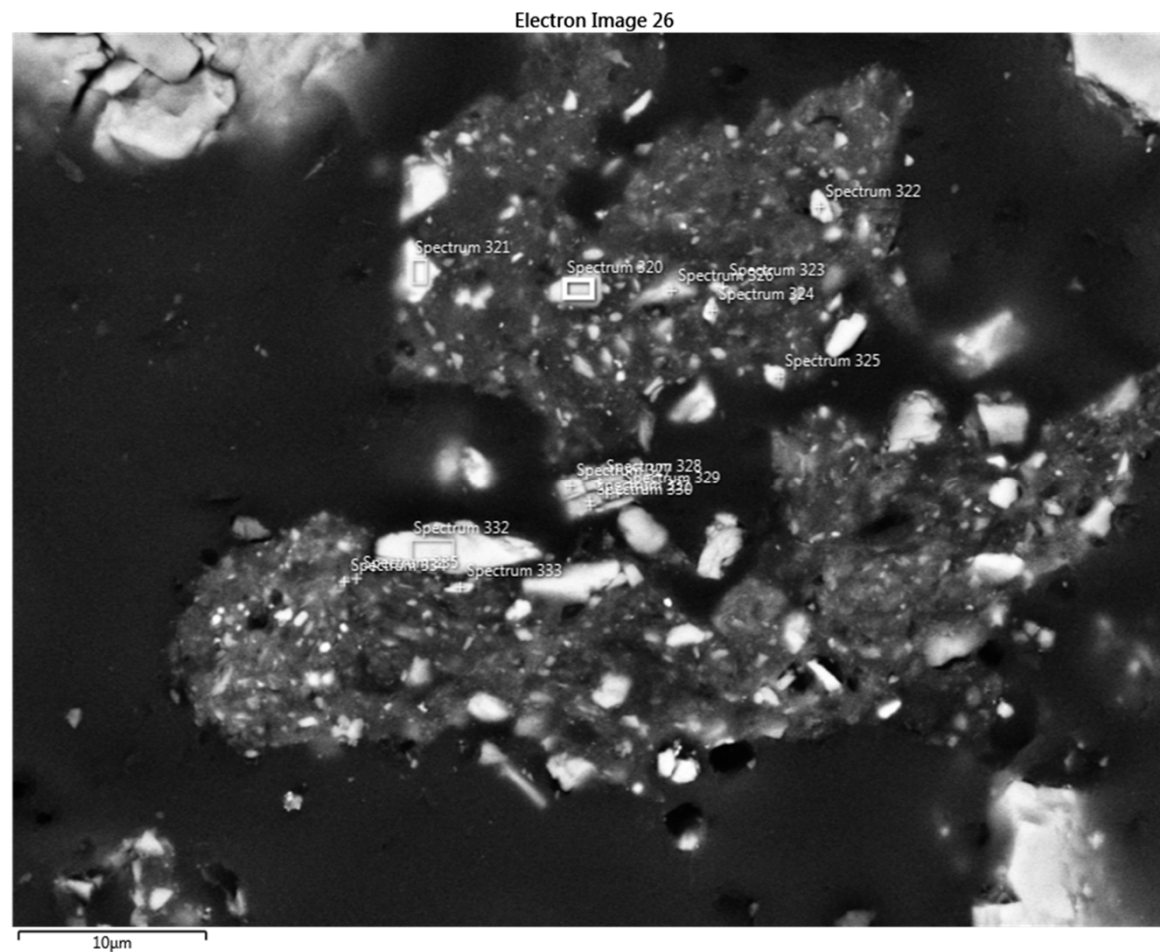


# Rafeindasjásjá (SEM)

Electron Image 10



# Rafeindasjásjá (SEM)



# Rafeindasjásjá (SEM)

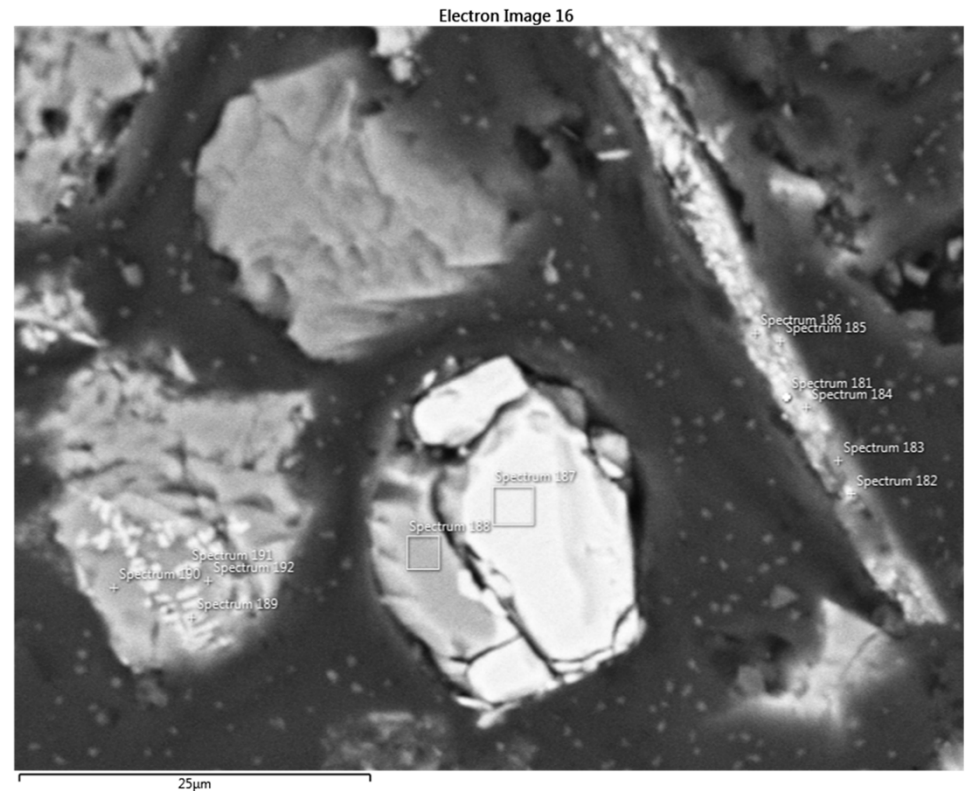
Ílanga kornið, er um 50 mikron á lengd og innan við 5 mikron á breidd

Fe er um 30 til 50 %

Ba er um 2 til 5 % (bremsuborði ?)

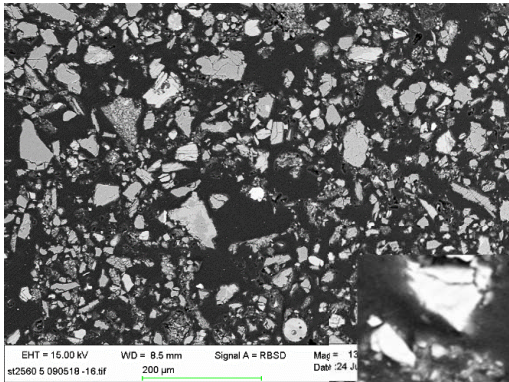
minna af Cu, Zn, Zr, Cr, S, Cl

Mögulega er um að ræða baríum  
járn oxíð að ræða

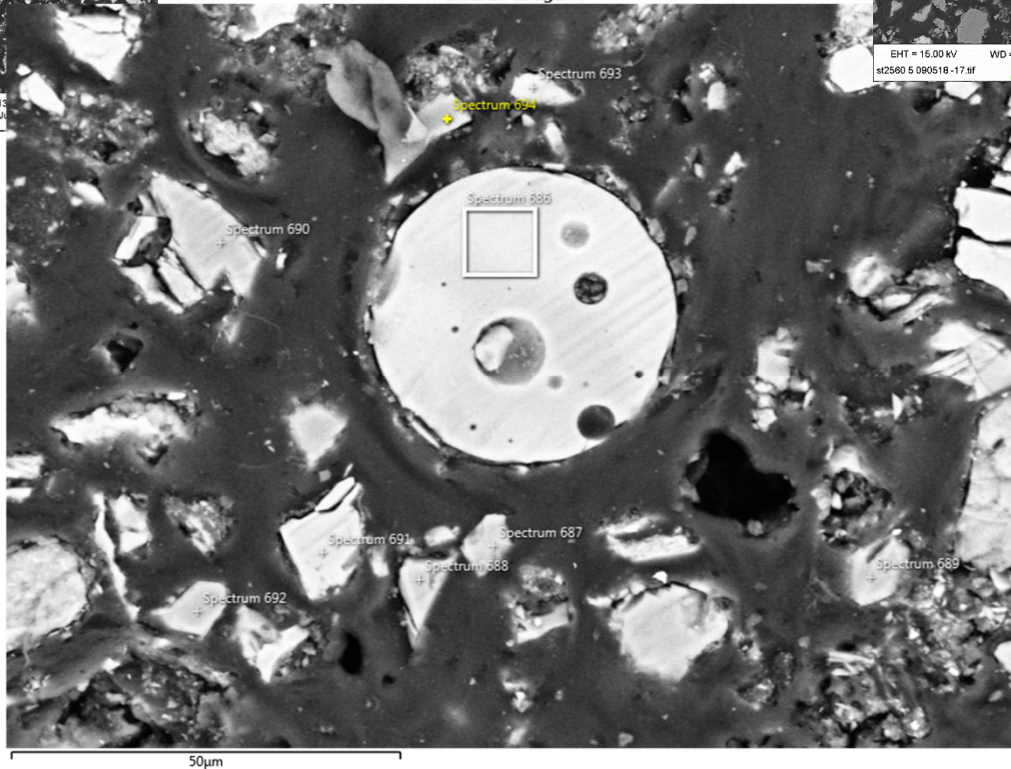
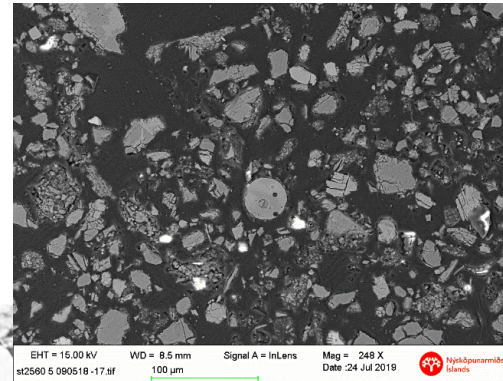




# Rafeindasjásjá (SEM)

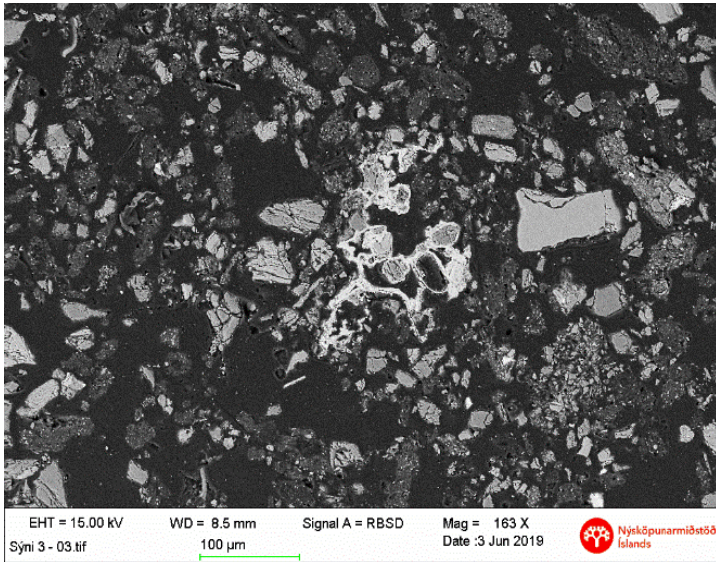


Electron Image 44

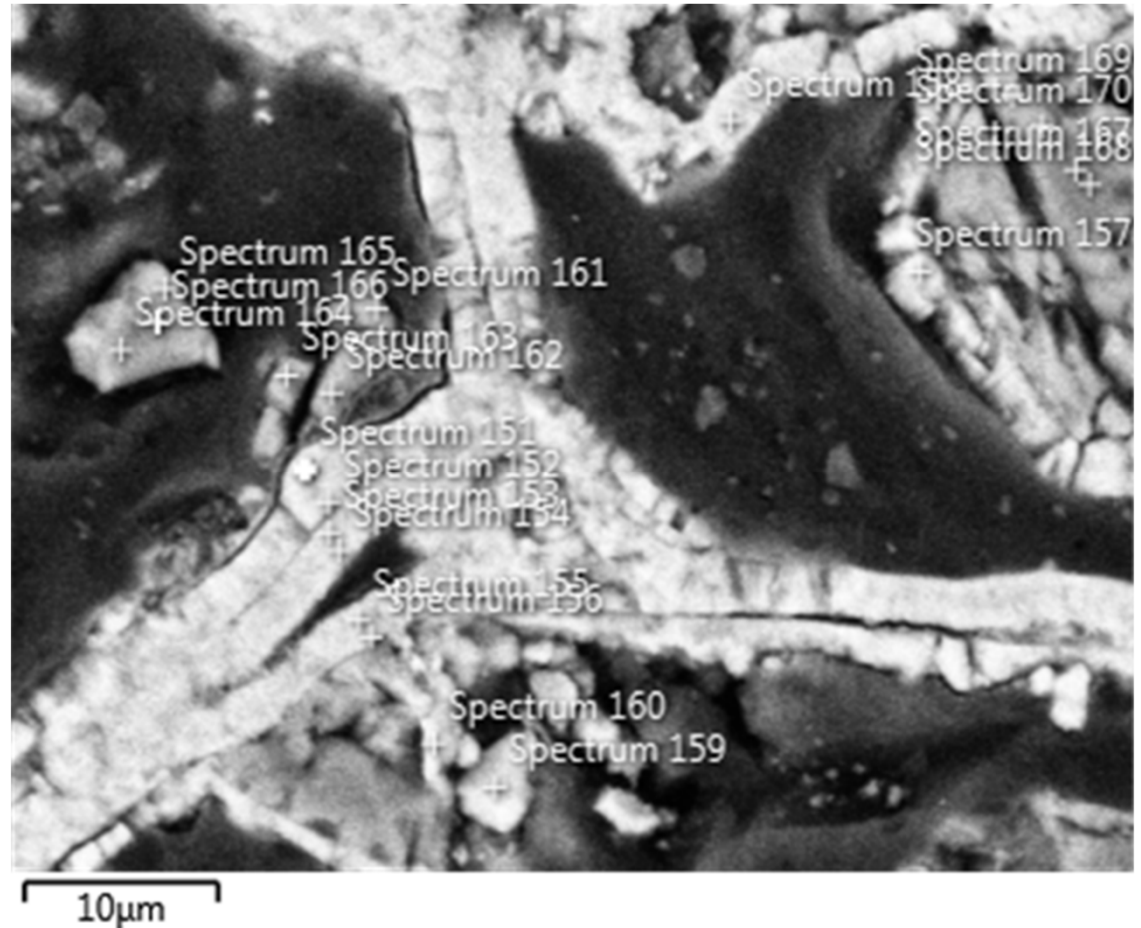


Mögulega korn sem hefur farið í gegnum bílvél og bráðnað, a.m.k. er lögun kornsins óvenjuleg og bendir til þess að kornið hafi bráðnað.

# Rafeindasjásjá (SEM)

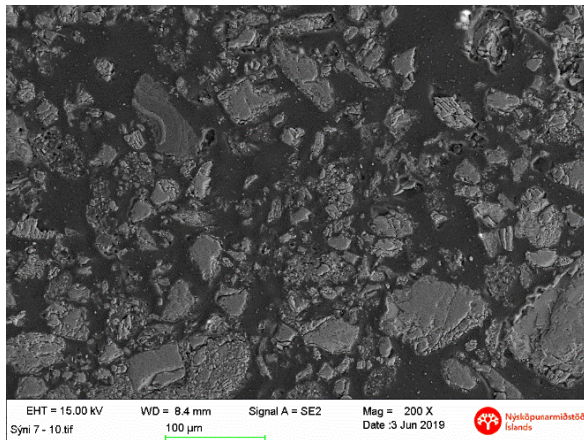


Sennilega járn hydroxíð eins og goethite (FeOOH), limonít (FeOOH\*nH<sub>2</sub>O) og fleiri svipaðar steindir, þ.e.a.s. ryð.

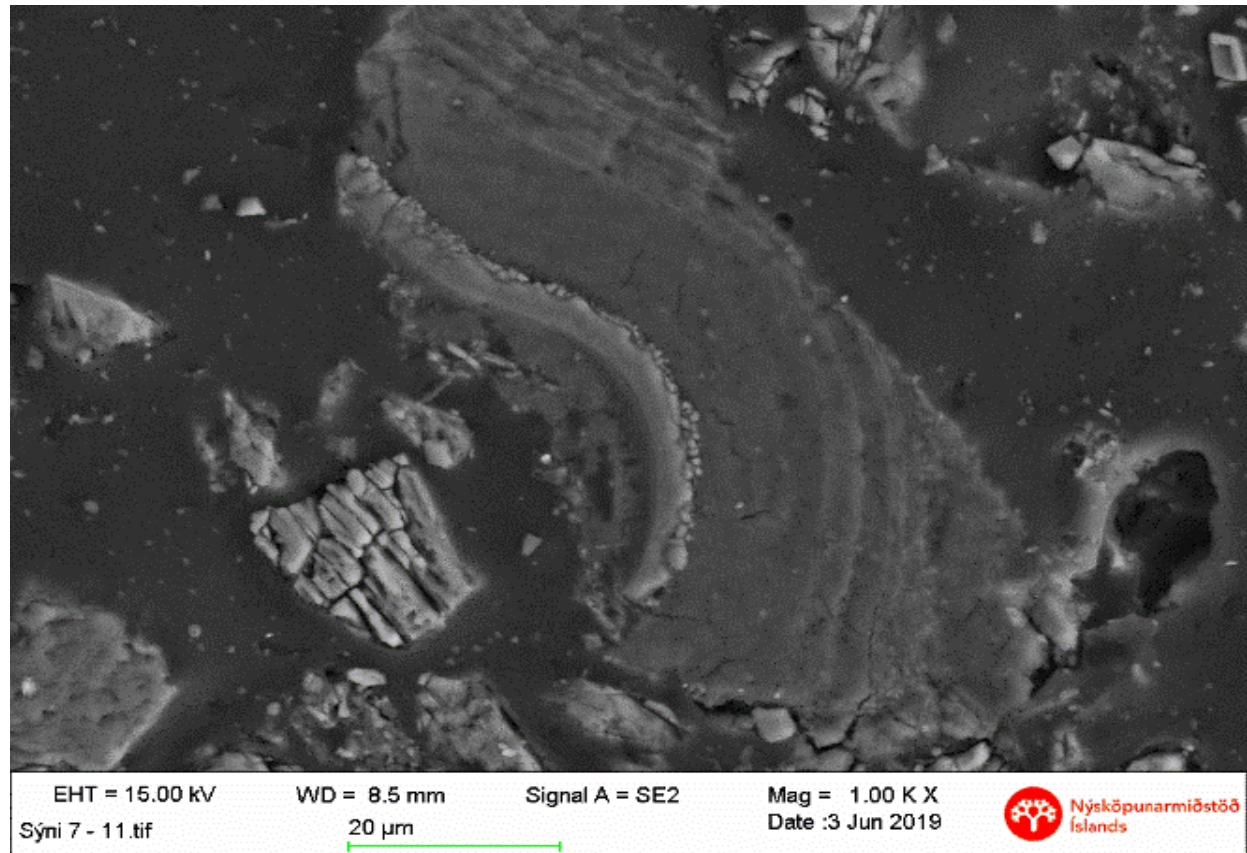




# Rafeindasjásjá (SEM)



Aluminium oxíð ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) er notað víða og uppruni þess getur verið margvíslegur, annar en sem fylliefni í malbiki.



# Helstu niðurstöður

Samsetning svifryks í Hvalfjarðargöngum er blanda af slitleifum úr slitlagi og dekkjum svo og útblæstri ökutækja, en langmest úr slitlagi.

Ekki er að sjá munur á kornastærð ryks sem tekið var að vetri til, þ.e. þegar nagladekk voru í notkun og að sumri til, þ.e. þegar notkun nagladekkja var bönnuð.

Utanaðkomandi þættir eins og sandfok og veðurfarslegir þættir, svo sem úrkoma og vindur, lítil áhrif á samsetningu ryksins.

# Takk fyrir

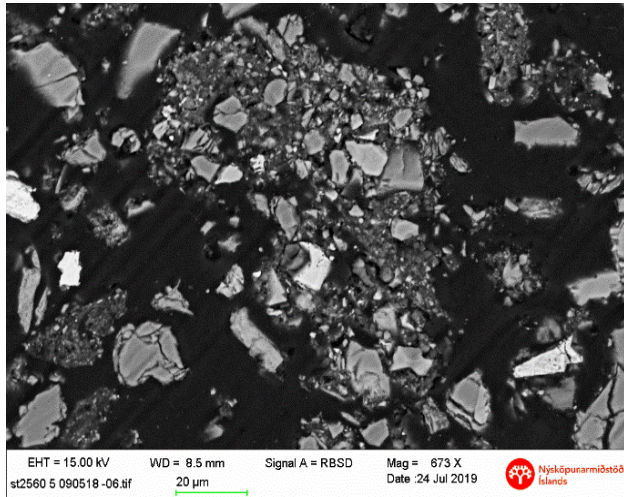
# Sýnataka

Ryksýni til rannsókna voru tekin á tímabilinu frá október 2017 til júní 2018. Sýnatakan fór þannig fram að ryki sem féll til ofan á skápa í göngunum var safnað saman.

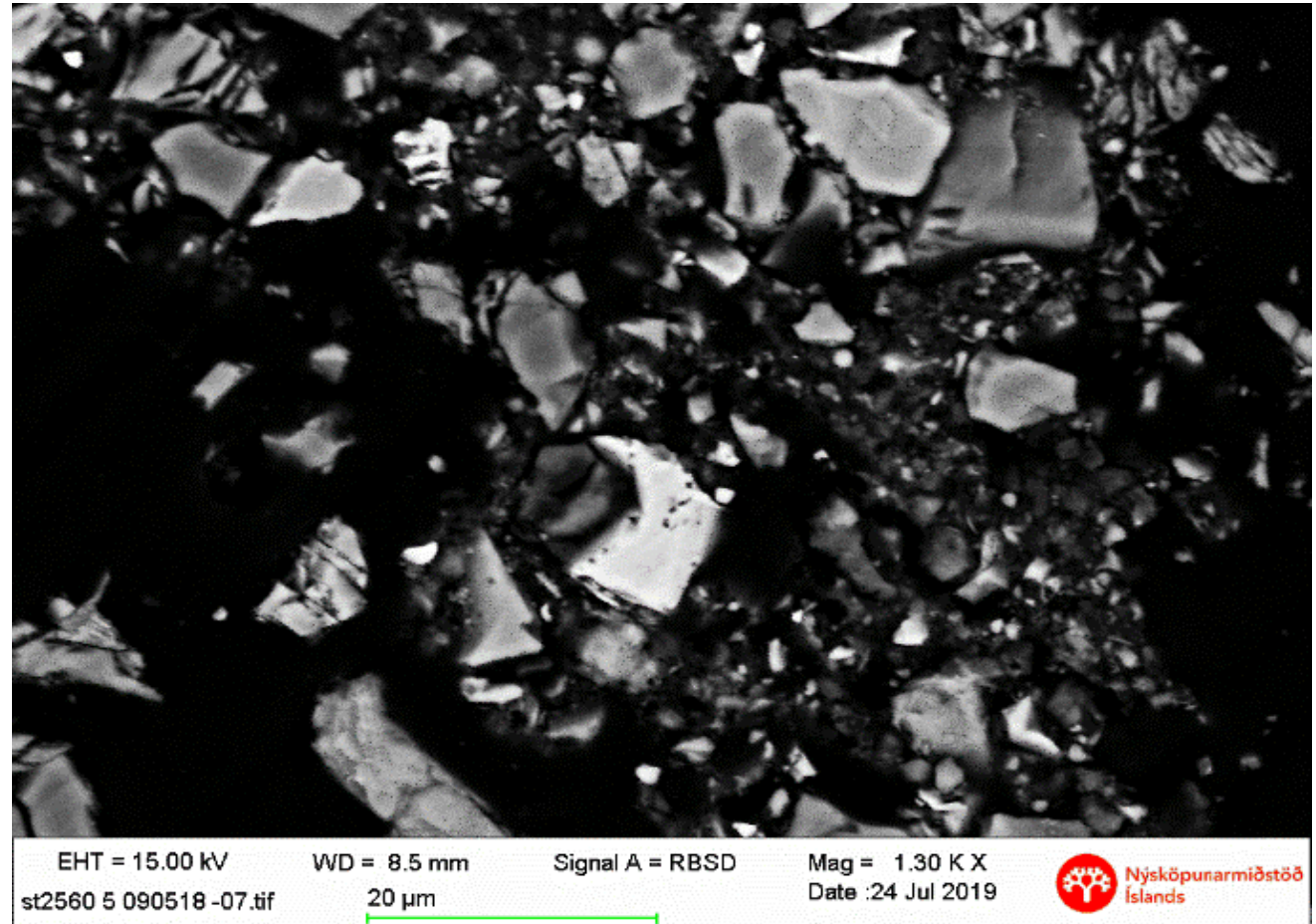
Stöð	17/10/17	21/3/18	9/5/18	13/6/18
2560 (austan megin)	X	X	X	X
4146 (austan megin)	X			
4603 (austan megin)		X	X	X
4851 (austan megin)	X			
5100 (Guðlaug) (báðum megin)	X	X	X	X
6027 (vestan megin)			X	X



# Rafeindasjásjá (SEM)

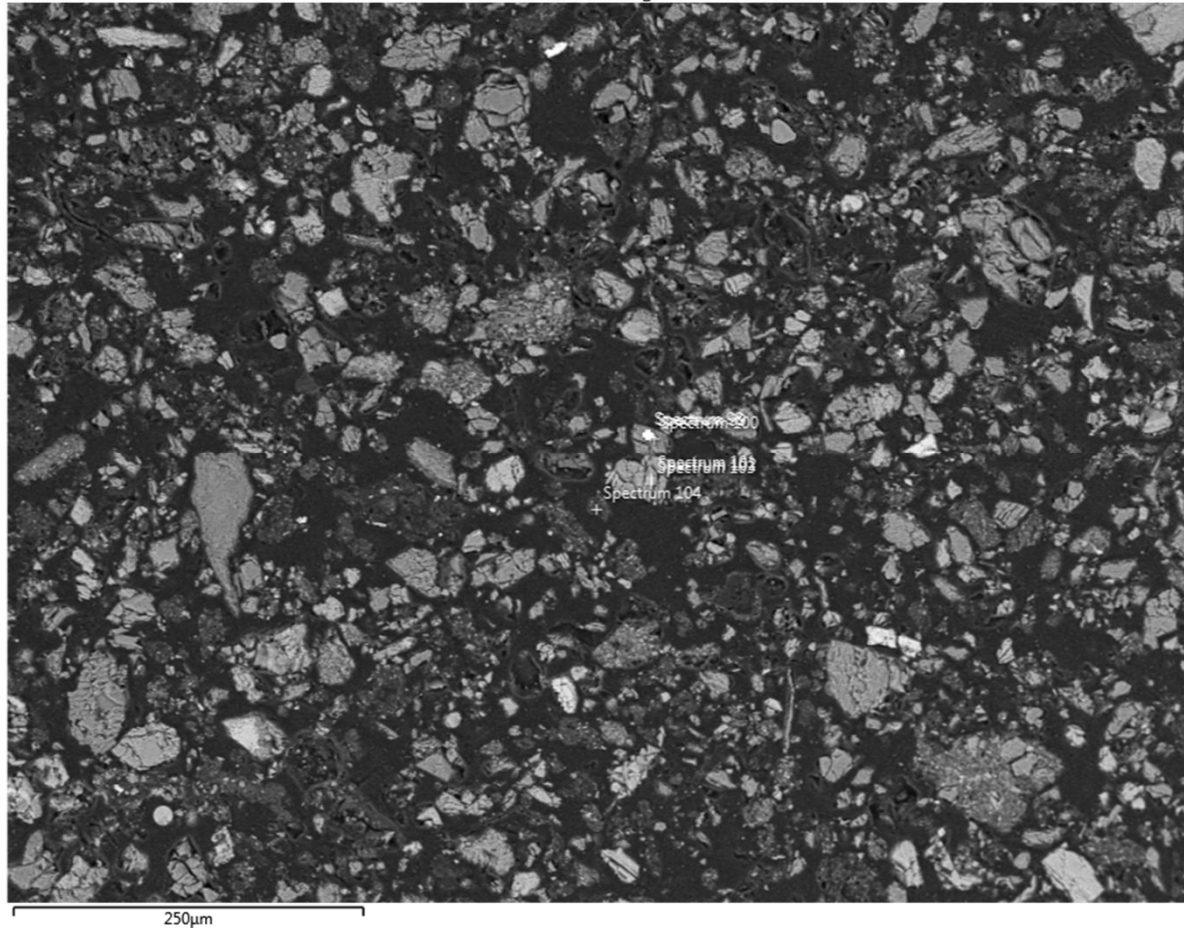


Dæmi um smá korn sem bundin eru saman kolefnisríkum grunnmassa.



# Rafeindasjásjá (SEM)

Electron Image 8





# Meðaltalsstyrkur svifryks og umferðarálag í Hvalfjarðargöngum

	2016 ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )	2016 (fjöldi ökutækja)	2017 ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )	2017 (fjöldi ökutækja)
Allt árið	108	2.355.436	116	2.549.741
Janúar til maí	180	620.647	186	679.614
Nóv. og desember	174	317.234	128	344.632
Júní til september	42	1.021.665	43	1.092.258