



MANNVIT

# Efni til innþéttingar sprungna í slitlagi brúa

Gísli Guðmundsson

*16. ráðstefnan um Rannsóknir Vegagerðarinnar - 27. október 2017*

Traust  
Vísýni  
Þekking  
Gleði

# Efni til innþéttingar sprungna

## Inngangur

Venja Vegagerðarinnar hefur verið, að hafa ekki vatnsvarnarlag í yfirborði steyptra brúa úti á landi.

Mannvit hefur rannsakað virkni mismunandi vatnsvarnarefni sem mögulega kosti til þess að þétta yfirborð steinsteypu.

Efnin sem hafa verið rannsökuð er af mörgum toga, s.s:

- sementsbundin
- tjörubundin
- fleiri gerðir efna eins og t.d. Sílanefni.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Inngangur

Vatnsvarnarlag samanstendur af malbiki og tveggja þátta þéttiefni eða tjörupappa. Þykir frekar dýr og óhagkvæm lausn.



Dæmi um einangrun brúargólfs milli steypu og malbiks.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Inngangur

Í þessari rannsókn voru mismunandi efni skoðuð og hagkvæmast þótt að nota bikþeytu til þess að þétta steypuyfirborð undir malbik.



Rannsókn frá 2014.  
Bikþeyta á yfirborði prófsýnis.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Inngangur

Þétting á yfirborði á veðrunarþolinni steypu. Eitt af þeim efnum sem Mannvit hefur skoðað er sementsbundið efni sem kallast XYPEX Concentrate.



Vegagerðin notaði efnið á stöpla Breiðbalakvíslar árið 1993, en brúin er frá 1972. Efnið var borið á yfirborð stöplanna. Virkni Xypex Concentrate er þannig að virka efnið í því vex (fellur út) í lekum sprungum og holrýmum.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Inngangur

Mannvit tók sýni úr brúnni árið 2005 og rannsakaði virkni efnisins, en sýni voru einnig send erlendis í frekari rannsókn. Sýni voru einnig tekinn úr brúnni sl. sumar (2017) og þau send í rannsókn erlendis.



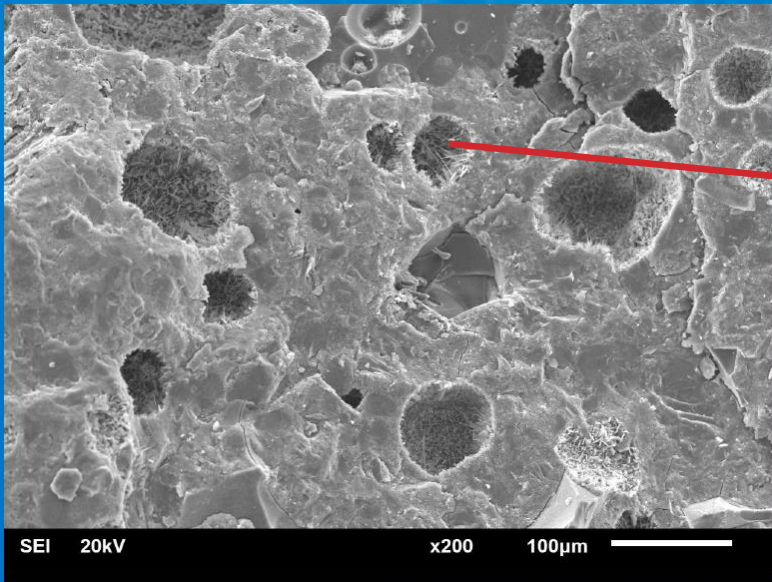
Sýnatökustaðir árið 2005.

# Efni til innþéttingar sprungna

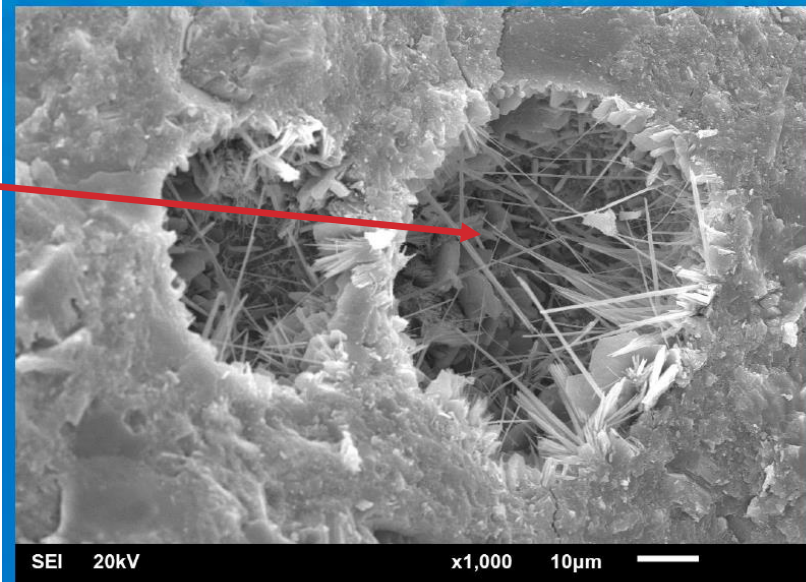
## Inngangur

Efnið virðist hafa verulega virkni. Eftir 24 ár – á 0,8 cm dýpi frá yfirborði.

2017 SEM Imagery – 8mm from surface



2017 SEM Imagery – 8mm from surface

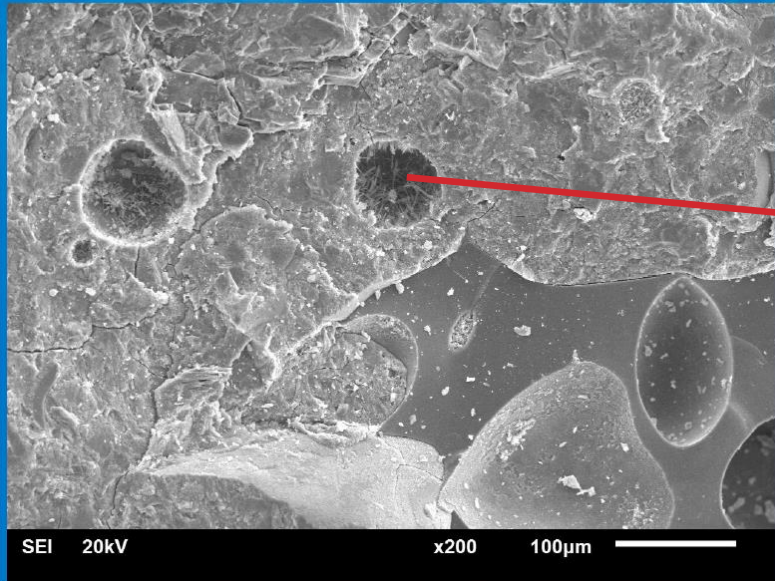


# Efni til innþéttingar sprungna

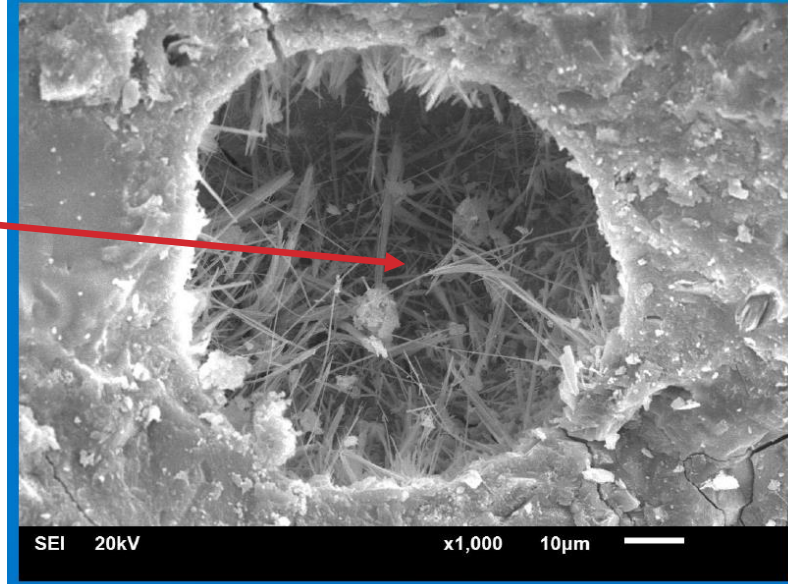
## Inngangur

Efnið virðist hafa verulega virkni. Eftir 24 ár – á 15 cm dýpi frá yfirborði.

2017 SEM Imagery – 150mm from surface



2017 SEM Imagery – 150mm from surface





# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn

Markmið verkefnisins er að mæla með þéttiefni til þess að þetta sprungur í yfirborði steypu og er nothæft á lárétta og lítt hallandi fleti.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn

Vegagerðin mælti með að kanna virkni eftirfarandi efna til að þétta lekar sprungur í steinsteypu:

- Radcon formula #7
- Maleki LL100
- XYPEX Concentrate (notað sem viðmiðun)

# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn

Radcon formula #7 og Maleki LL100 eru í vökvaformi, en Xypex Concentrate er sementsbundið efni. Maleki LL100 er sílanefni.

Efnin voru borin á yfirborð sýnanna samkvæmt leiðbeiningum frá framleiðendum. Maleki LL100 er tveggja þátta efni, þar sem grunnefni er borið á steypuyfirborðið og síðan var efnið borið á steypuna.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn

Í fyrri rannsóknum hafa mismunandi prófunaraðferðum verið beitt, eins og t.d. klóríðleiðni. Í þessari rannsókn var eingöngu stuðst við s.k. sprunguprófun, en það er heimagerð aðferð. Henni var einnig beitt í áður nefndum rannsóknum.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn

Prófunaraðferðin gengur í megindráttum út á að mæla leka í gegnum sprungu í prófhlut úr steinsteypu.

Prófunin var framkvæmd þannig að steypusívalningur með 10 cm þvermál er sagaður niður í 5 cm þykkar sneiðar. Þrjár sneiðar voru prófaðar fyrir hvert þéttiefni og hverja steypublöndu. Þannig var reynt að gera rannsóknina marktæka.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn

Hver sneið var klofin í tvennt þvert á endafletina. Reynt var að kljúfa hverja sneið þannig að helmingarnir yrðu jafn stórir. Brotin voru síðan sett saman, komið fyrir í gúmmíhulsu og hert að með hosuklemmu. Sprunguflöturinn í hverju sýni er um 10 cm á lengd og um 5 cm á breidd eða um 50 cm<sup>2</sup> að flatarmáli. Gúmmíhulsan var höfð það löng að um 800 mL af vatni rúmuðust í henni ofan við sneiðina, miðað við að steypusneiðin væri neðst í hulsunni. Stálteinn var rekinn í gegnum topp hulsunnar og hún látin hanga við efri brún fötu þannig að steypusneiðin snerti aldrei vatnsborð í fötunni.

# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn



# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn



Radcon formula #7 og Maleki LL100 voru borin á þá hlið sem snéri upp að vatnsborðinu, en Xypex Concetrade var borin á neðri hlið sýnisins, þess er var í lofti.



# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn

Í þessari rannsókn voru útbúnar þrjár blöndur, allar með fylliefni frá Hólabrú í Hvalfirði. Blönduhlutföllin voru þau sömu, dæmigerð brúarsteypa með

- v/s-hlutfall 0,4 og um 400 kg/m<sup>3</sup> af bindiefni og
- loftinnihald 6% (áreitisflokkur XF4).

# Efni til innþéttingar sprungna

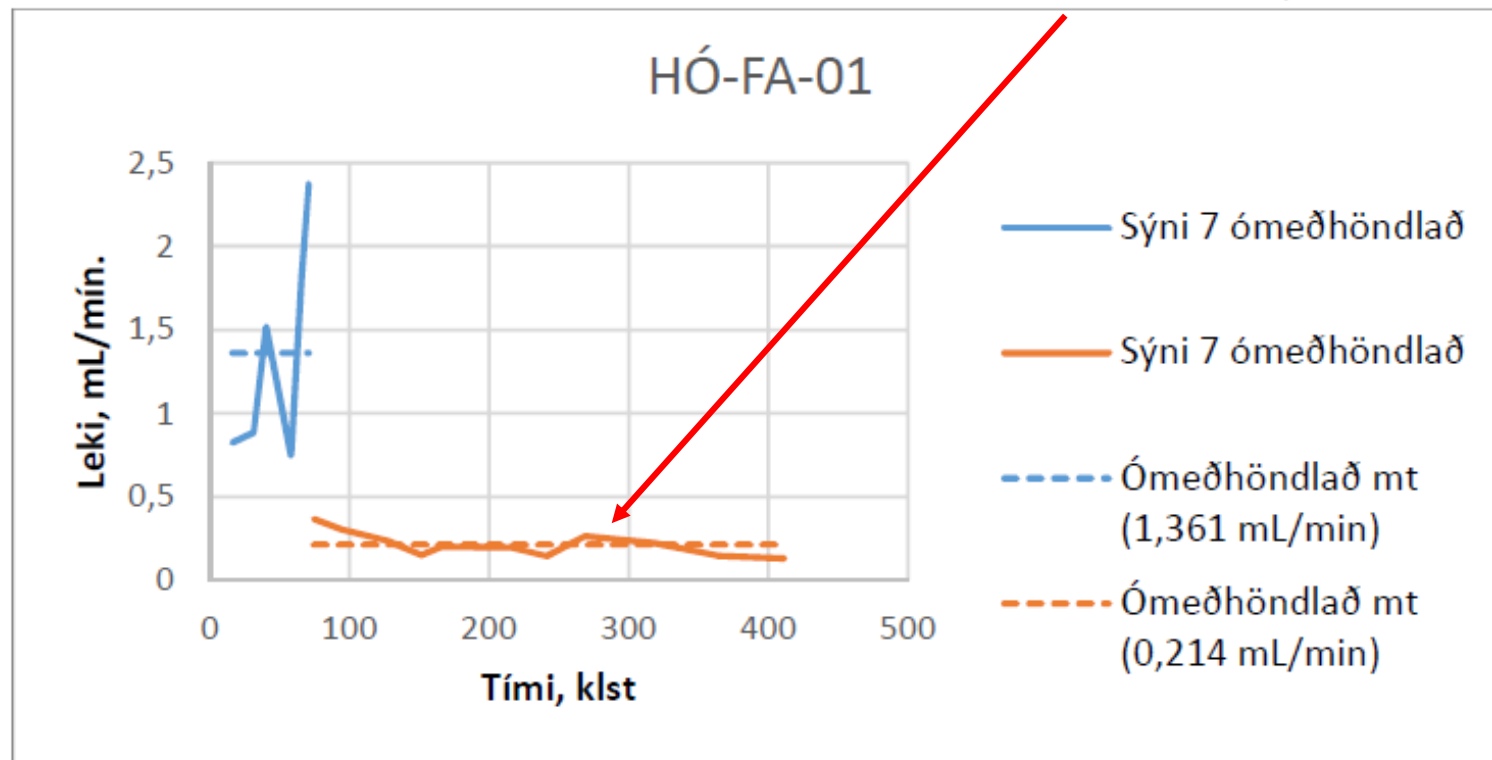
## Núverandi rannsókn

Viðmiðunarsteypa (HÓ-A-4) var steipt með norsku Anlegg sementi, með 4 % viðbættu kísilryki. Síðan voru steiptar tvær steypur með flugösku sementi, annars vegar með Standard FA (með 20 % flugösku) og 4 % viðbættu kísilryki (HÓ-FA-01) og hins vegar Anlegg sement með 30 % af viðbættir flugösku og 4 % af viðbættu kísilryki (HÓ-FA-30-3). Sementstegundirnar tvær, flugaskan og kísilrykið eru frá Norcem AS.

# Efni til innþéttingar sprungna

Núverandi rannsókn

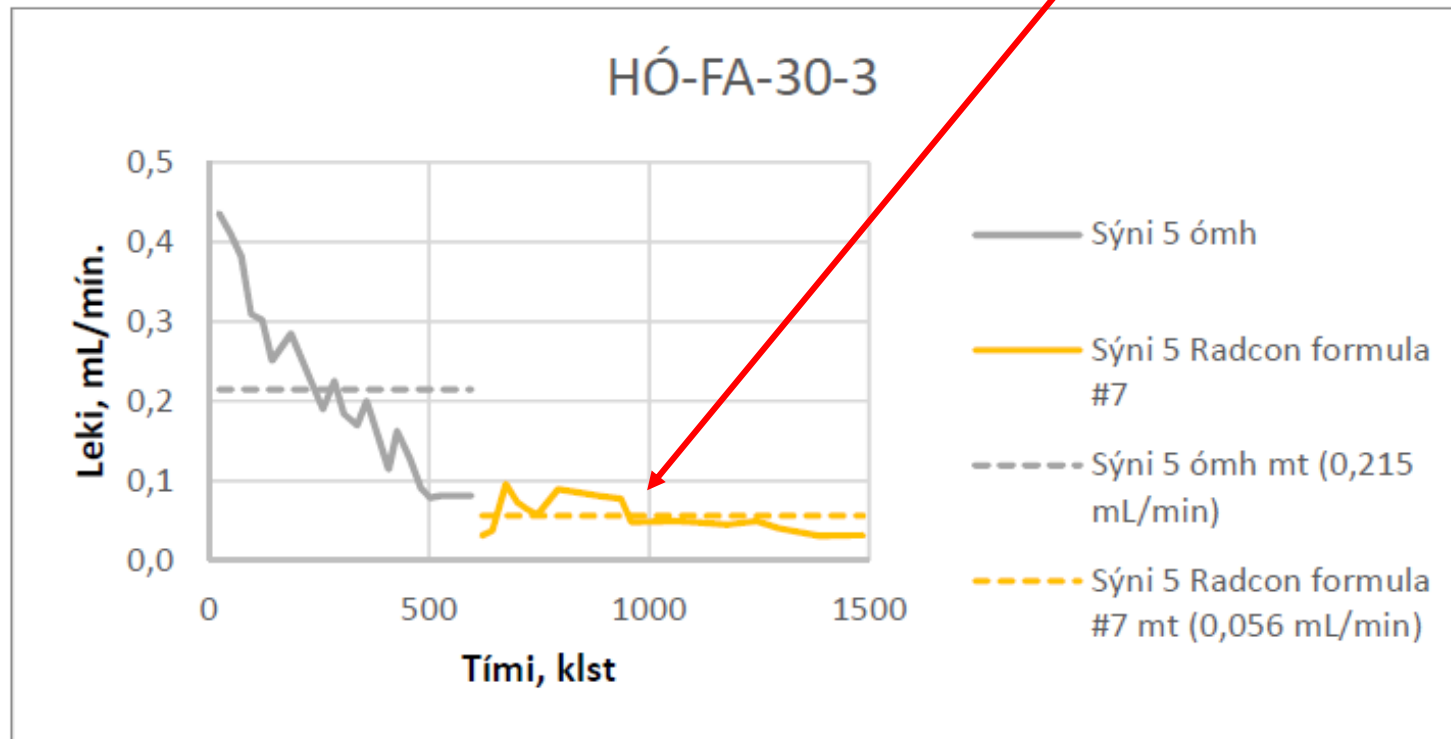
Leki um 4 dropar á mínútu  
Prófunin stóð í 16 dagar



# Efni til innþéttingar sprungna

Núverandi rannsókn

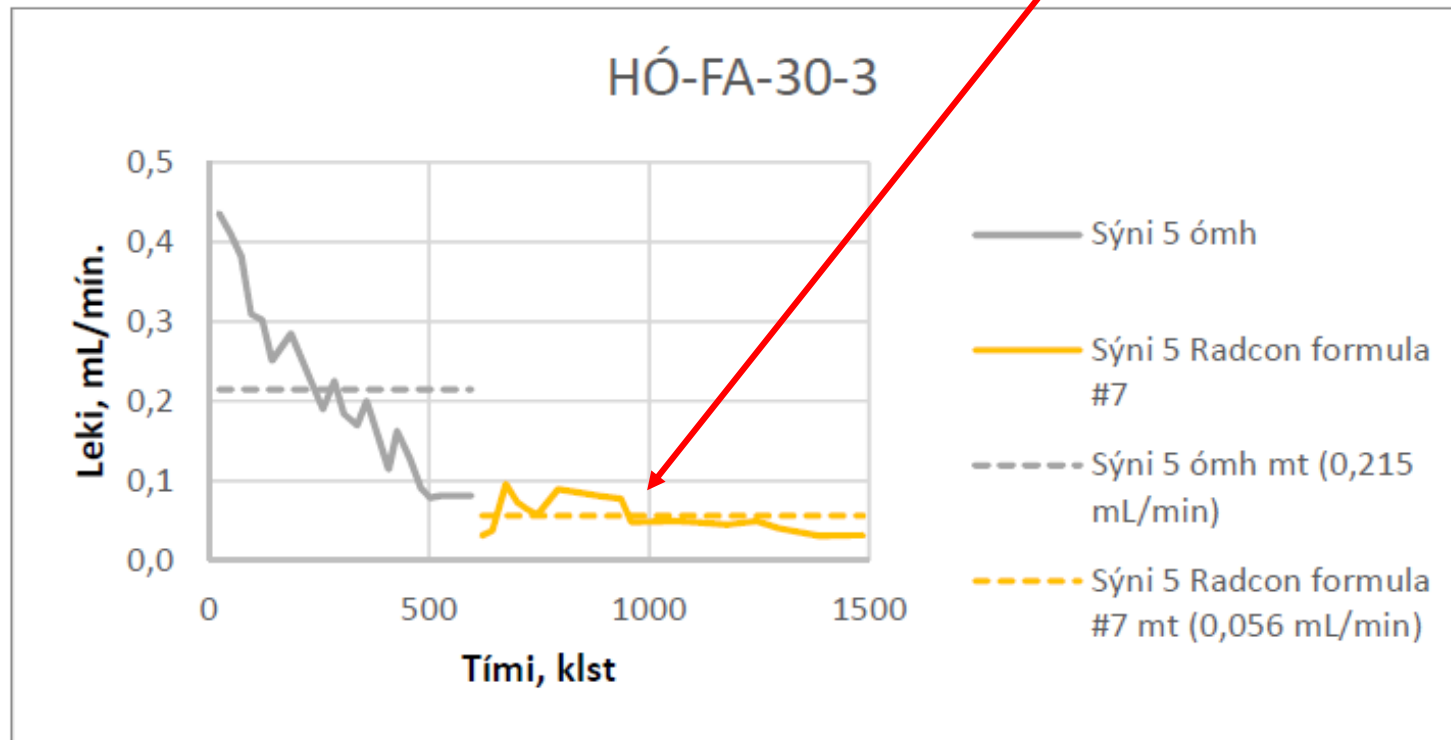
Leki um 1 dropi á mínútu  
Prófunin stóð í 62 dagar



# Efni til innþéttingar sprungna

Núverandi rannsókn

Leki um 1 dropi á mínútu  
Prófun í 62 daga



# Efni til innþéttingar sprungna

## Núverandi rannsókn

Tafla 1: Meðaltalsleki (mL/min) í ómeðhöndluðum og meðhöndluðum sýnum. Prósentumerkið sýnir hvort lekinn hafi aukist (>100) eða minnkað (<100) miðað við ómeðhöndlað sýni.

	Ómeðhöndlað			Radcon Formula #7			Maleki LL100			Xypex Concentrate		
	Ómeðh.	ómeðh.	%	Ómeðh.	meðh.	%	Ómeðh.	meðh.	%	Ómeðh.	meðh.	%
HÓ-A-4	0,163	0,131	80	0,182	0,172	94	0,196	0,414	211	0,231	0,057	25
HÓ-FA-01	0,853	0,145	17	0,632	0,055	9	0,612	0,030	5	0,754	0,059	8
HÓ-FA-30-3	0,175	0,139	80	0,202	0,121	60	0,226	0,107	47	0,187	0,073	39

# Efni til innþéttingar sprungna

## Samantekt

- Í ómeðhöndluðum sýnum er algengt að lekinn minnki með tíma.
- Erfitt að prófa sýni með tiltölulega mikinn leka ( $> 0,2$  mL/mín – 4 dropar á mín.).
- Einnig sveiflaðist lekinn verulega og erfitt reyndist að ná stöðugum leka.
- Þrátt fyrir ofangreindar takmarkanir þá er ljóst að virkni Radcon formula #7 og Maleki LL100 þéttiefna er nokkur í steinsteypu með flugöskusementi.
- Þegar efnin voru prófuð á steypu með 20 % flugösku, þá minnkaði lekinn verulega miðað við ómeðhöndlað sýni.
- Lekinn minnkaði einnig hjá sýnum með 30 % flugösku en ekki eins mikið og hjá sýnunum með 20 % flugösku.
- Virkni efnanna tveggja var engin í sýnum úr steypu án flugösku, þ.e. þeim steypum sem Vegagerðin notar í dag.
- Í samanburði við Xypex Concentrate þá er virkni Radcon formula #7 og Maleki LL100 þéttiefna ekki eins mikil.