



# Hjólfaramyndun í malbiki

## Nagladekkjaslit og varanleg aflögun

Birkir Hrafn Jóakimsson



# Inngangur

- Íslenska samfélagið eyðir stórum fjárhæðum árlega í vegagerð og viðhald vega
- Hjólför myndast af tvennum ástæðum
  - Slit vegna nagladekkja
    - Slit vegna nagladekkjanotkunar bundið við veturna
    - Orsakast nánast alveg af notkun fólksbifreiða
  - Varanleg aflögun
    - Formbreytingar í malbiki verða á sumrin, þegar hlýrra er í veðri
    - Orsakast af notkun þyngri ökutækja
    - Sig
      - Þétting eða einvíð samþjöppun
    - Skrið
      - Lárétt hreyfing eða plastískt flæði frá hjólaálaginu (í öllum lögum)



# *Inngangur*

- Á Íslandi hefur ekki verið hægt að spá fyrir um endingu malbiks m.t.t. nagladekkjaslits
- Í Svíþjóð hefur verið þróað spálíkan, *Slitmod 3.2.03*, sem spáir fyrir um hjólfaramyndun út frá svokölluðu Prall- og Kúlnakvarnargildi



# *Nagladekkjaslit*

- *Slitmod* var þróað af VTI (Sænska vegtæknistofnunin), gögn notuð sem stofnunin hefur safnað í áratugi
- Spáir fyrir um slit og hjólfaramyndun sem á sér stað við áraun af völdum nagladekkja
- Líkanið getur stutt við ákvarðanir í einstaka verkefnum sem teknar eru á tæknilegum eða efnahagslegum grundvelli í vali á slitlagi, gæðakröfum á fylliefni o.þ.h.
- Líkanið getur spáð fyrir um líftíma slitlags þangað til endurbætur verða að eiga sér stað
- Líkanið býður upp á þann möguleika að færa inn kostnaðartölur fyrir efni sem notuð eru við framkvæmdina
- Þetta gefur árlegan kostnað nagladekkjaslits



# *Nagladekkjaslit*

- Megin hluti gagnanna kemur frá plötum sem hefur verið komið fyrir í umferðargötum og frá *Vegahermi VTI*
- Plöturnar hafa verið mismunandi slitlög, með mismunandi efniseiginleikum fylliefna, stærð o.fl.
- Nýjasta viðbót líkansins er byggð á gögnum sem fengið hafa verið með prófunum á “twin slabs” kjörnum í *Vegahermi VTI*





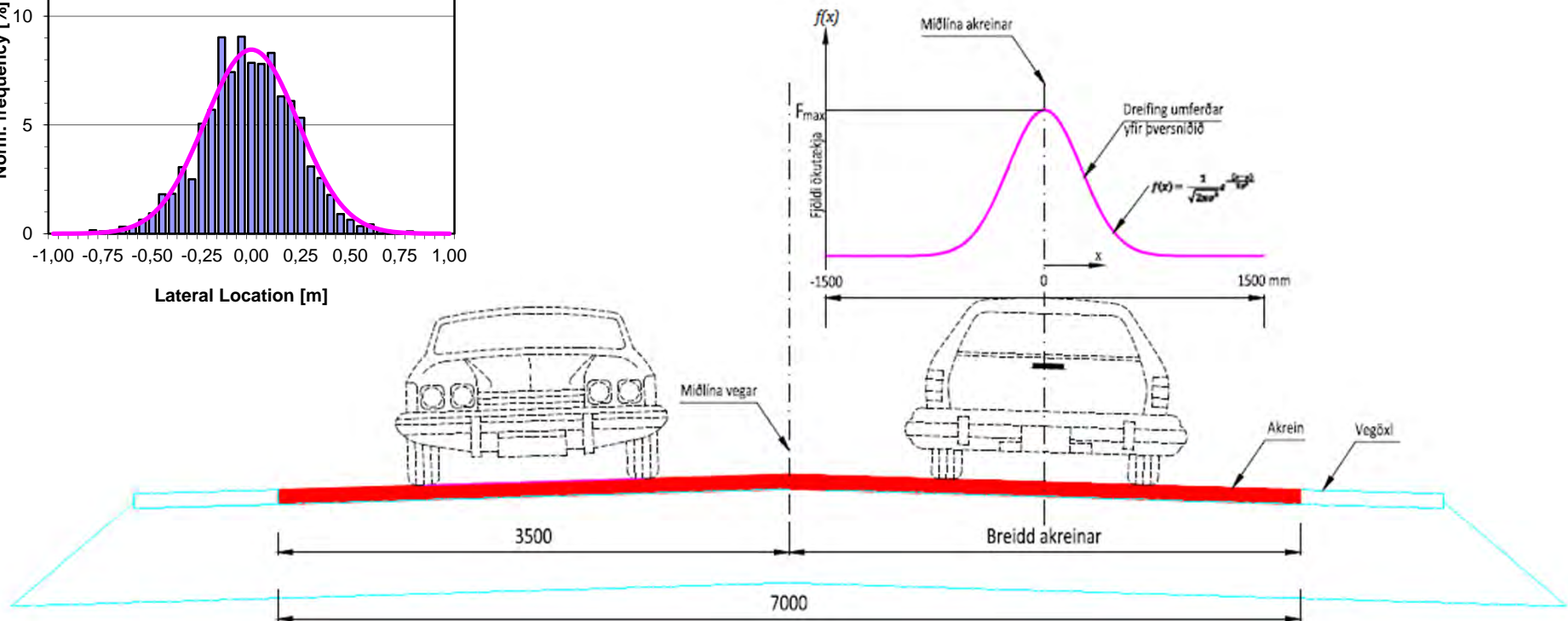
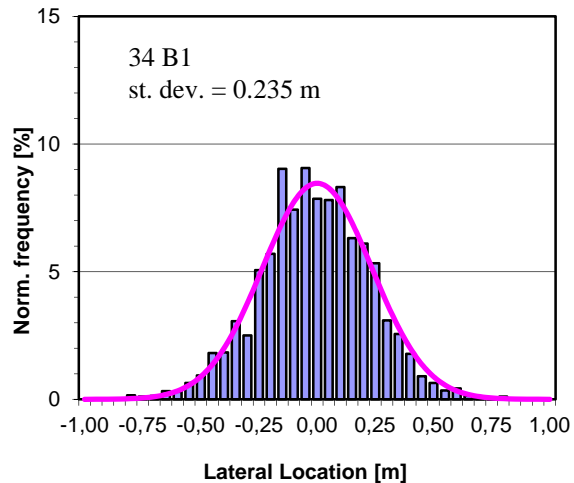
# *Nagladekkjaslit*

- Árdagssumferð (ÁDU per akrein)
- Slittímabil
  - Notkun nagladekkja bönnuð frá 15. Apríl til 31. Október
- Hlutfall ökutækja á nagladekkjum
  - Til að áætla slit vegna ökutækja á nagladekkjum er nauðsynlegt að vita fjölda þeirra
  - Efla verkfræðistofa hefur framkvæmt talningar undanfarin ár
- Umferðarhraði
- Söltun
  - Þegar um söltun er að ræða er svokallaður söltunarstuðull 1,0 en 0,8 ef engin söltun vegarins á sér stað
- Fjöldi reikniára
  - Þessi fjöldi ára er einungis notaður til að reikna út hjólfaramyndunina og að ákvarða prófílinn
- Leyfilegt slit
  - dýpt hjólfara þegar að framkvæma þarf viðgerð



# Nagladekkjaslit

## Lárétt dreifni umferðar





# *Nagladekkjaslit*

## *Harka steinefnis*

- Kúlnakvarnargildi
  - Kúlnakvarnargildi er fengið með kúlnakvarnarprófi (ÍST EN 1097-9)
- Kornakúrfa
  - Til að ákvarða stærstu steinastærð og hlutfalls efnis sem hefur stærri steinastærð en 4 mm
- Prallgildi
  - Prallgildi er fengið með Prallprófi (ÍST EN 12697-16)





# *Nagladekkjaslit*

## *Gildi fengin á rannsóknarstofu*

- Þessar prófanir voru framkvæmdar á NMÍ í upphafi 2011
- Prófaðar voru fjórar gerðir steinefna
  - Seljadalur
  - Hólabrú
  - Björgun
  - Durasplitt





# Nagladekkjaslit

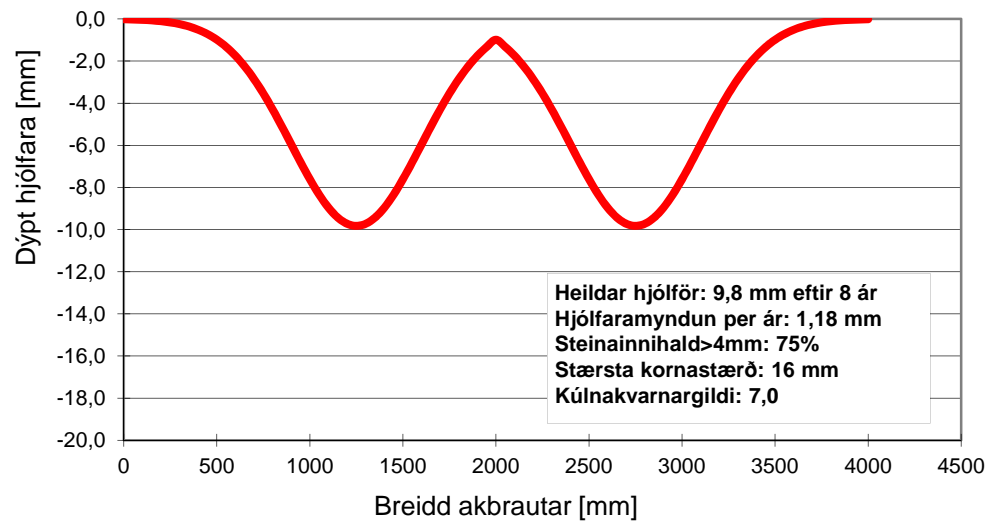
## Inntaksstærðir

Umferðarhraði:	90	km/klst
Árdagsumferð:	10000	ökutæki/akrein
Slittímabil:	168	dagar/ár
Hlutfall ökutækja á nagladekkjum:	60	% (á leyfilegum tíma)
Vegur saltaður (J/N):	J	
Reiknitímabil:	8	ár
Leyfð hjólfaramyndun:	20	mm
Önnur hjólfaramyndun(sig og skrið):	7,5	mm
Leyfð hjólfaramyndun vegna slits:	12,5	mm
Steinainnihald>4mm:	75	% af massa
Stærsta steinastærð	16	mm
Kúlnakvarnargildi	7	
Prallgildi	20	cm <sup>3</sup>

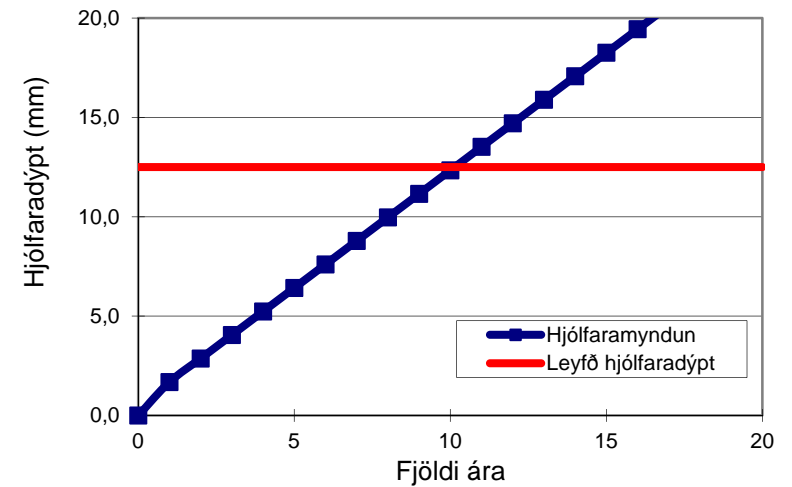


# Nagladekkjaslit

## Hjólfaraprófíll



## Reykjanesbraut





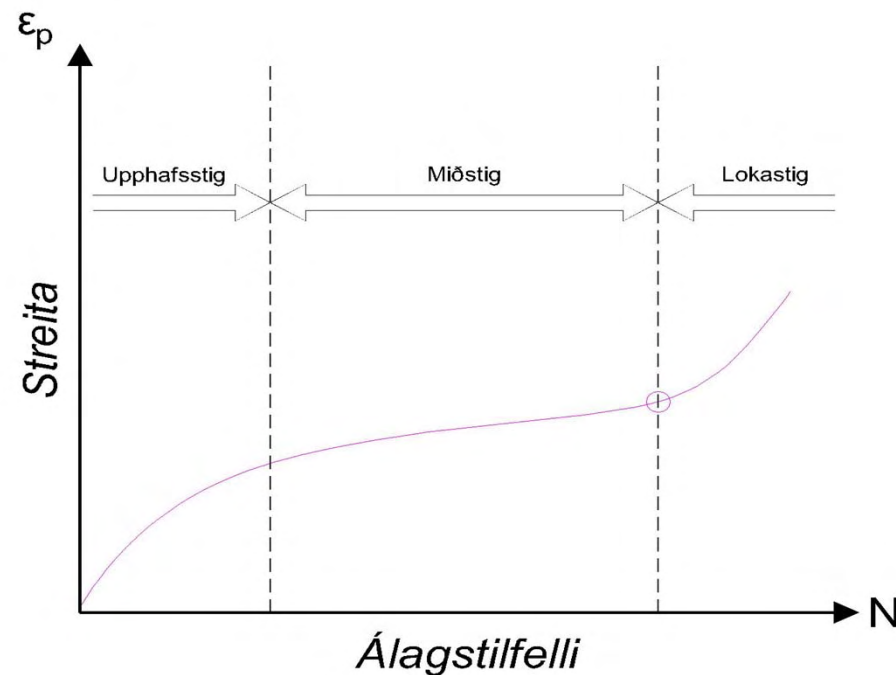
# Varanleg aflögun

- Nagladekkjaslit eitt og sér ekki eini orsakavaldur hjólfaramyndunar
- Nauðsynlegt að rannsaka varanlegar formbreytingar



# Varanleg aflögun

- Óháð því hvaða efni er notað, eru alla jafna þrjú aðskilin stig fyrir hvernig varanleg aflögun kemur fram í slitlögum



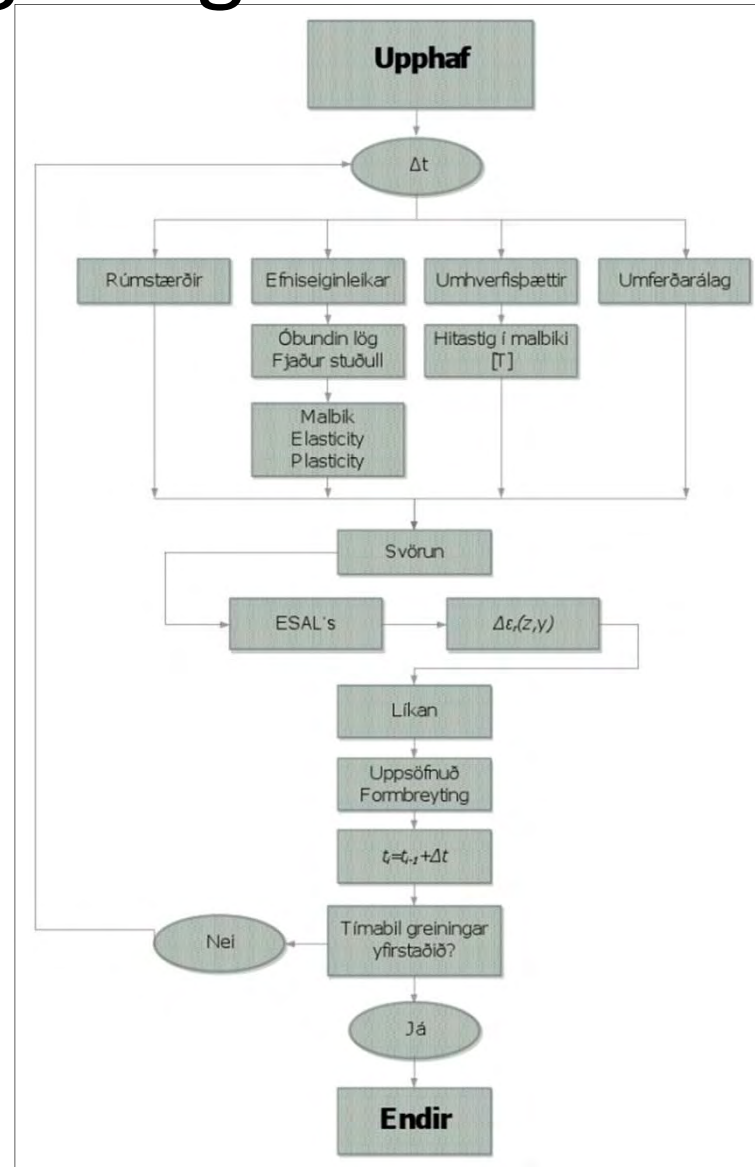


# Varanleg aflögun

- Líkanið



- Ólínulegir aðhvarfsstuðlar byggðir á sænskum prófunum með mjúkt bik (pen 160/200)

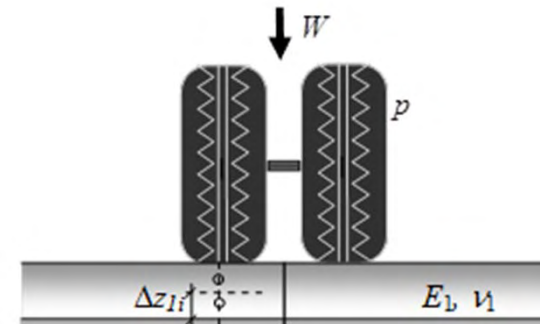




# Varanleg aflögun

- Umbreytum allri þungaumferð í staðalöxla, *ESAL*'s, og nýtum okkur „fjórða veldis lögmálið“
- Miðað við 80 kN staðalöxull
- 800 kPa við snertiflöt

Árdagsumferð (AADT)	10000	ökutæki
Þung ökutæki (HV)	12	
AADT-HV	1200	Þung ökutæki
aukning (r):	0,01	
Þykkt malbiks	8	cm
$\Delta z_1$	4	cm
$\Delta z_2$	4	cm
Dagar í ári	365	
W	80	kN
p	800	kPa

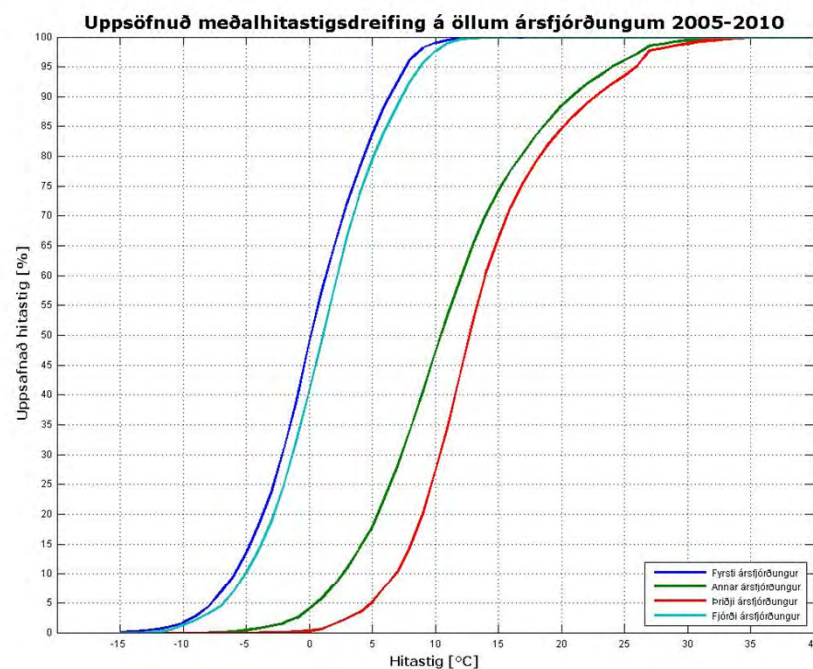
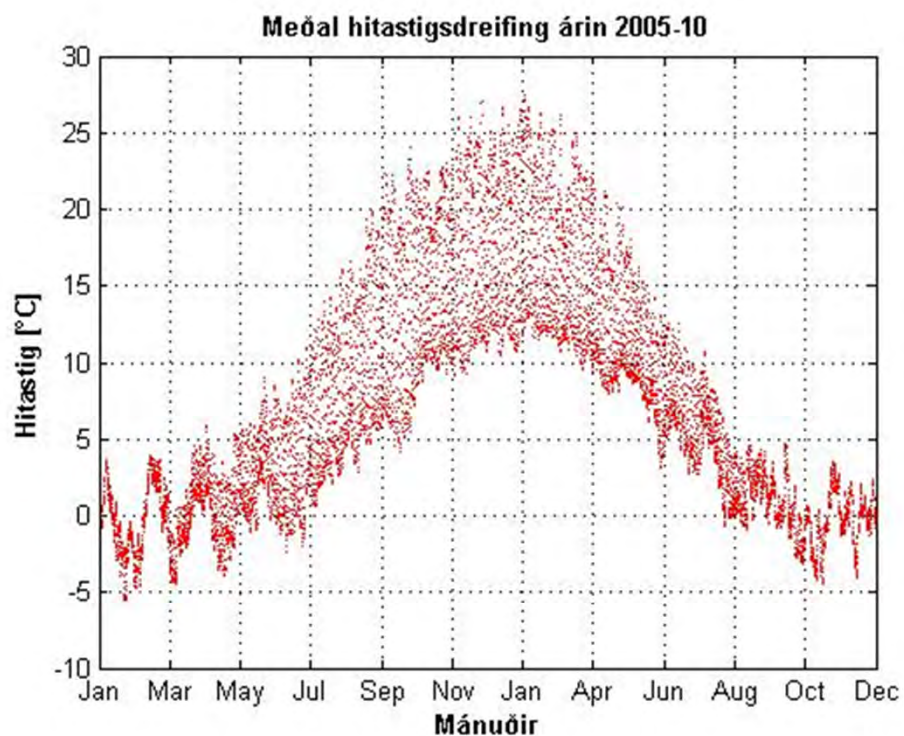






# Varanleg aflögun

## *Hitastigsgögn*



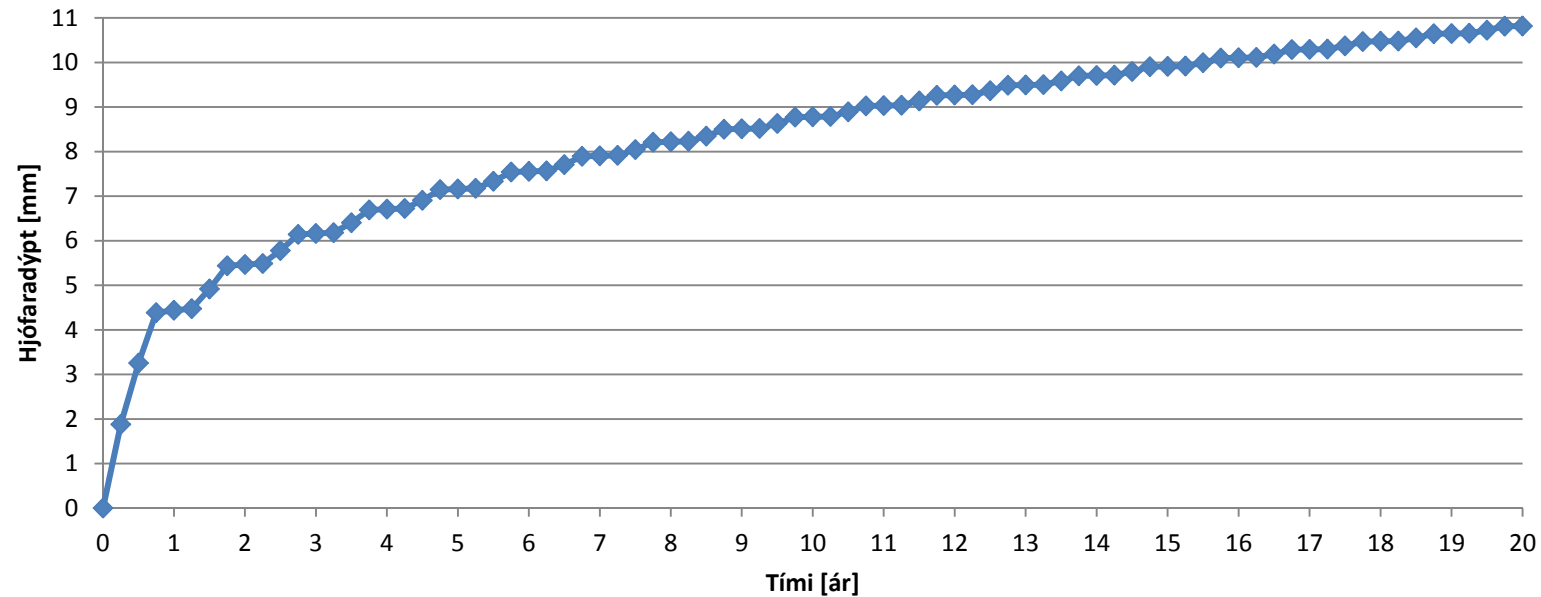




# Varanleg aflögun

## *Niðurstöður úr líkani*

Reykjanesbraut





# Lokaorð

- Heildar hjólför eru summa útkomu úr þessum tveimur líkönum
- Gefur góða samsvörun en nákvæmari mælingar gefa tækifæri á enn frekari aðlögun
- Verkefnið er á lokastigum og sannprófun niðurstaðna því að einhverju leiti eftir

Takk fyrir