



# Líkan um 85%-hraða á tveggja akreina vegum

Helga Þórhallsdóttir



**Umhverfis- og byggingarverkfræðideild  
Háskóli Íslands  
2016**



# Líkan um 85%-hraða á tveggja akreina vegum

Helga Þórhallsdóttir

30 eininga ritgerð sem er hluti af  
*Magister Scientiarum* gráðu í byggingarverkfræði

Leiðbeinendur

Dr. Sigurður Erlingsson prófessor

Dr. Guðmundur Freyr Úlfarsson prófessor

Þorsteinn Þorsteinsson verkfræðingur, aðjúnkt

Prófdómari

Grétar Mar Hreggviðsson verkfræðingur

Umhverfis- og byggingarverkfræðideild  
Verkfræði- og náttúruvísindasvið  
Háskóli Íslands  
Reykjavík, júlí 2016

Líkan um 85%-hraða á tveggja akreina vegum  
30 eininga ritgerð sem er hluti af *Magister Scientiarum* gráðu í byggingarverkfræði

Höfundarréttur © 2016 Helga Þórhallsdóttir  
Öll réttindi áskilin

Umhverfis- og byggingarverkfræðideild  
Verkfræði- og náttúruvísindasvið  
Háskóli Íslands  
VR-II, Hjarðarhaga 2-6  
107 Reykjavík

Sími: 525 4700

Skráningarupplýsingar:  
Helga Þórhallsdóttir, 2016, *Líkan um 85%-hraða á tveggja akreina vegum*, meistararitgerð,  
umhverfis- og byggingarverkfræðideild, Háskóli Íslands, 185 bls.

Prentun: Háskólaprent ehf.  
Reykjavík, júlí 2016

# Útdráttur

Í veghönnunarreglum margra landa, þar á meðal Íslands, eru þær kröfur um vegferillinn að 85%-hraði verði innan tiltekinna marka. Í þessu verkefni var skoðað hver bakgrunnur þessarar kröfu er, hver stikinn 85%-hraði er, hvernig hann er metinn fyrir óbyggðan vegkafla og gerð drög að reikniaðferð fyrir Ísland. Kröfurnar komu til þegar menn höfðu veitt því athygli að hönnunarhraði einn og sér kæmi ekki í veg fyrir að ökumenn dragi sífellt úr og auki hraða eftir kúrfum vegarins, en rannsóknir höfðu þá sýnt að þessar hraðabreytingar ullu slysum. Til að gera það kleyft að meta 85%-hraða fyrir óbyggðan vegkafla hafa erlendis verið gerðar margar rannsóknir þar sem safnað var gögnum og sett fram líkan. Niðurstöðurnar eru ólíkar og gefa sumar til kynna að það sé einkum planboginn sem ákvarði hraðann, en aðrar að fleiri stikar vegferils, umferð, umhverfi og fleira hafi marktæk áhrif. Við athugun á veghönnunarreglum kom í ljós að á seinustu árum hafa nokkur lönd breytt reglum sínum þannig að hönnuðurinn þurfi ekki að meta 85%-hraða. Til líkangerðar voru tólf mælistaðir valdir á suðvesturhorni landsins og þar mældur hraði og safnað gögnum um vegferil og fleiri þætti. Úr hraðagögnunum var reiknaður 85%-hraði og leitast við að setja vikmörk á hraðagildin og bera saman hraðamæliaðferðir. Úr gögnunum voru búnar til átján breytur til að aðhvarfsgreina við 85%-hraða. Niðurstaðan úr þessu takmarkaða gagnasafni var líkan með sex marktækum, óháðum breytum: beygjugráðu planbeygju, þverhalla, breidd akreinar, breidd bundins slitlags, ársdagsumferð og fjarlægð frá þéttbýli.

## Abstract

In many countries, including Iceland, highway geometric design guidelines require the road alignment to fulfill criteria about limits on 85th-percentile speed. In this project the background of these criteria and the parameter 85th-percentile speed was looked into and an attempt made to determine an Icelandic formula for this parameter. This requirement came about when researchers had observed that design speed alone does not preclude frequent speed changes on various curves and investigations had shown that these speed changes caused accidents. Numerous studies have been made in other countries where a regression equation was derived from speed measurements and field investigations. The results vary, some indicate that speed is mainly influenced by the horizontal curve while others show that various other road characteristics, traffic and environment have significant influence. Inspection of road design guidelines revealed that in recent years some countries have altered their guidelines such that the designer does not need to evaluate 85th-percentile speed. For modelling, twelve sites on the south-east corner of Iceland were chosen for speed measurements and collection of field data. The 85th-percentile speed was calculated from the speed data and an effort made to present confidence intervals and to compare the speed measurement methods. Eighteen variables were extracted from the data to regress against 85th-percentile speed. The result from this small data set was a model with six significant, independent variables: curvature change rate, superelevation rate, lane width, pavement width, annual daily traffic and distance from urban area.



# Efnisyfirlit

Myndir .....	vii
Tölur .....	viii
Breytuheiti og skammstafanir .....	ix
Þakkir .....	xiii
<b>1 Inngangur .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Um hönnun vegferils.....</b>	<b>3</b>
2.1 Veghönnunarreglur.....	3
2.2 Vegir.....	3
2.2.1 Vegflokkar .....	3
2.2.2 Vegtegundir.....	3
2.3 Vegferill, þversnið og umferð .....	4
2.3.1 Kraftar, hemlun og stöðvunarvegalegd.....	4
2.3.2 Vegferill .....	9
2.3.3 Þversnið.....	12
2.3.4 Umferð .....	13
2.4 Ökuhraði.....	16
2.4.1 Hraði .....	16
2.4.2 Hraðamælingar.....	16
2.4.3 Hraðadreifing .....	19
2.4.4 Hraðastikar .....	23
2.4.5 Jafn ökuhraði og samkvæmni í vegferli.....	25
2.5 Líkön fyrir 85%-hraða.....	32
2.5.1 Áhrifaþættir.....	32
2.5.2 Um margfalda línulega aðhvarfsgreiningu .....	33
2.5.3 Rannsóknir, aðferðafræði þeirra og niðurstöður .....	34
<b>3 Aðferð.....</b>	<b>37</b>
3.1 Val á mælistöðum.....	37
3.2 Hraðamæling .....	37
3.2.1 Skeiðklukka og málband.....	37
3.2.2 Ratsjá.....	38
3.2.3 Umferðargreinar.....	39
3.3 Söfnun gagna um vegferil og aðstæður.....	40
3.4 Útreikningar.....	41
3.4.1 Útreikningar á hraðagildum .....	41
3.4.2 Aðhvarfsgreining .....	41
<b>4 Mælingar og gögn .....</b>	<b>43</b>
4.1 Hraði.....	43

4.1.1	Mátgæði hraðagagna við normlega dreifingu.....	48
4.1.2	Nákvæmni í stakri hraðamælingu.....	48
4.1.3	Nákvæmni í mælingu á meðalhraða og 85%-hraða.....	48
4.1.4	Munur milli mælinga á 85%-hraða.....	49
4.2	Stíkar mælistaðanna.....	50
<b>5</b>	<b>Líkan um 85%-hraða.....</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>Niðurstöður og umræður.....</b>	<b>57</b>
6.1	Niðurstöður.....	57
6.2	Umræður.....	58
6.3	Næstu skref.....	60
<b>7</b>	<b>Lokaorð.....</b>	<b>61</b>
	<b>Heimildir.....</b>	<b>63</b>
	<b>Viðauki A: Um staðalfrávik og staðalskekkju.....</b>	<b>69</b>
	<b>Viðauki B: Bjagi og mæliskekkja í tímamælingu með skeiðklukku.....</b>	<b>71</b>
	<b>Viðauki C: Eyðublað fyrir hraðamælingu með skeiðklukku og málbandi.....</b>	<b>73</b>
	<b>Viðauki D: Lengd og mæliskekkja lengdar í skeiðklukkumælingu, allir mælistaðir.....</b>	<b>77</b>
	<b>Viðauki E: Lengd og mæliskekkja lengdar fyrir skeiðklukkumælingu, mælistaður: Arnarhamar á Kjalarnesi.....</b>	<b>85</b>
	<b>Viðauki F: Lengd og mæliskekkja lengdar fyrir skeiðklukkumælingu, mælistaður: Kotstrandarkirkja.....</b>	<b>93</b>
	<b>Viðauki G: Lengd og mæliskekkja lengdar fyrir skeiðklukkumælingu, mælistaður: Bolaöldur.....</b>	<b>99</b>
	<b>Viðauki H: Hraði og mæliskekkja hraða í skeiðklukkumælingu.....</b>	<b>105</b>
	<b>Viðauki I: Eyðublað fyrir hraðamælingu með ratsjá.....</b>	<b>107</b>
	<b>Viðauki J: Leiðrétting gagna úr LPL-umferðargreinum.....</b>	<b>111</b>
	<b>Viðauki K: Að velja gögn úr umferðargreinum.....</b>	<b>113</b>
	<b>Viðauki L: Lýsing mælistaða og niðurstöður hraðamælinga.....</b>	<b>115</b>
	<b>Viðauki M: Munur milli mælinga á 85%-hraða.....</b>	<b>181</b>
	<b>Viðauki N: Líkanið fyrir 85%-hraða.....</b>	<b>185</b>



# Myndir

Mynd 2.1	Kraftar sem verka á ökutæki í akstri, byggt á Mannering o.fl. (2005).....	4
Mynd 2.2	Kraftar sem verka á ökutæki þegar hemlað er, byggt á Mannering o.fl. (2005).....	6
Mynd 2.3	Kraftar sem verka á ökutæki í beygju, byggt á Mannering o.fl. (2005).....	8
Mynd 2.4	Vegferill í þrívíðu (Mannering o.fl., 2005).....	9
Mynd 2.5	Vegferill í tvívíðu: lárétt lega og hæðarlega, byggt á Mannering o.fl. (2005).....	10
Mynd 2.6	Flokkunarkerfi EUR13 (Golden River Traffic, 1998). ....	15
Mynd 2.7	Dæmi um hvernig hraðadreifing er sýnd á tíðniriti og dreifiriti, byggt á Roess o.fl. (2004).....	19
Mynd 2.8	Reiknað hraðasnið (Leisch & Leisch, 1977).....	26
Mynd 3.1	Hraðamæling með skeiðklukku og málbandi (ljósm. H.Þ.).....	38
Mynd 3.2	T.v. er ratsjá af gerðinni SDR (DataCollect, 2012). T.h. er ratsjá í notkun í þessu verkefni, fóturinn var smíðaður fyrir verkefnið (ljósm. H.Þ.).....	39
Mynd 3.3	Einn af umferðargreinum Vegagerðarinnar, gerð Marksman 660 (ljósm. H.Þ.).....	40
Mynd 4.1	Kort af mælistöðum, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).....	43
Mynd 4.2	Samband milli stærðar öryggisbils á 85%-hraða og úrtaksstærðar skv. mælingum. ....	49
Mynd 5.1	85%-hraði sýndur á grafi á móti hverjum stikanna átta fyrir sig. ....	53
Mynd 5.2	85%-hraði sýndur á grafi á móti hverri viðbótarbreytu fyrir sig.....	54

# Töflur

Tafla 2.1 Flokkunarkerfi EUR6 skv. umferðargreinaframleiðandanum Golden River Traffic, byggt á mynd frá Vegagerðinni.....	14
Tafla 2.2 Ákvörðun á stuðlinum $U$ , byggt á Choueiri og Lamm (1987).....	22
Tafla 2.3 Flokkunarkerfi fyrir öryggisviðmið I.....	27
Tafla 2.4 Flokkunarkerfi fyrir öryggisviðmið II. ....	27
Tafla 2.5 Flokkun á gildum á skýringarhlutfalli, $R^2$ , byggt á Birgi Hrafnkelssyni (2007). ....	33
Tafla 4.1 Yfirlit yfir mælistaði. ....	44
Tafla 4.2 Yfirlit yfir niðurstöður hraðamælinga.....	45
Tafla 4.3 Munur milli mælinga á 85%-hraða, sá mesti fyrir hvern mælistað og akstursstefnu. ....	49
Tafla 4.4 Stíkar mælistaðanna. ....	50
Tafla 4.5 Viðbótarbreytur.....	51

# Breytuheiti og skammstafanir

Við val á breytuheitum var einkum stuðst við veghönnunarreglur Vegagerðarinnar (Vegagerðin, 2010b), kennslubók í samgönguverkfræði (Mannering, Kilareski, & Washburn, 2005) og íslenskan staðal um SI-einingar (Staðlaráð Íslands, 2007), sem einnig var farið eftir við notkun eininga.

## Breytuheiti

$a$	hröðun
$akrmjó$	0-1 breyta fyrir breidd akreinar, tekur gildið 1 ef breidd $<3,5$ m, annars 0
$A$	stærð klótóíðu
$A_F$	flatarmál ökutækis hornrétt á akstursstefnu
$\acute{A}DU$	ársdagsumferð
$\alpha$	hornið sem vegyfirborð myndar við láréttan flöt þvert á akstursstefnu
$\alpha$	marktektarkrafa í tölfræðiprófi
$b$	akreinarbreidd
$b_{busl}$	breidd bundins slitlags samtals á akrein og öxl
$b_{buslöxl}$	breidd bundins slitlags á öxl
$buslmjó$	0-1 breyta fyrir breidd bundins slitlags samtals á akrein og öxl, tekur gildið 1 ef breidd $<5,0$ m, annars 0
$buslöxlmjó$	0-1 breyta fyrir breidd bundins slitlags á öxl, tekur gildið 1 ef breidd $<1,5$ m, annars 0
$\beta_i$	stuðull við háða breytu, $x_i$ , í línulegri aðhvarfsgreiningu
$C_D$	dragstuðull
$CCR$	beygjugráða
$CCR_S$	beygjugráða stakrar beygju
$\overline{CCR_S}$	meðaltal beygjugráða stakra beygja á vegkafla
$DC$	stefnubreyting radía beygju í gráðum á 100 fet
$e$	skekka í línulegri aðhvarfsgreiningu
$e$	þverhalli
$\varepsilon_0$	minnkunarhlutfall gíra
$f_b$	hemlunarviðnámsstuðull
$f_{hl}$	hliðarviðnámsstuðull

$f_R$	hliðarviðnámsstuðull
$f_{rl}$	dekkjamótstöðustuðull
$f_{jarl}$	fjarlægð mælistaðar frá þéttbýli, mælt eftir veglínu
$F$	nýtanleg spyrna
$F_b$	hemlakraftur
$F_c$	miðsóknarkraftur
$F_{cn}$	sá þáttur miðsóknarkrafts sem er hornrétt á vegyfirborð
$F_{cp}$	sá þáttur miðsóknarkrafts sem er samsíða vegyfirborði
$F_e$	spyrna frá vél
$F_f$	hliðarviðnámskraftur
$F_{max}$	hámarksspyrna
$g$	þyngdarhröðun jarðar
$\gamma_b$	massastuðull m.t.t. tregðu við hemlun
$\gamma_i$	stefnubreyting beygju $i$
$\gamma_m$	massastuðull m.t.t. tregðu í þeim hlutum ökutækis sem snúast
$h$	forskot
$H_H$	há bogi á hæðarlegu
$H_L$	lág bogi á hæðarlegu
$k$	fjöldi flokka í kí-kvaðrat-prófi
$k$	fjöldi háðra breytna í líkani
$l$	lengd eftir aksturslínu
$\hat{l}$	metill lengdar
$l_a$	vegalengd til hröðunar
$leiðrR^2$	leiðrétt skýringarhlutfall
$L$	lengd beygju eftir hönnunarlínu (veglínu)
$L$	lengd eftir hönnunarlínu (veglínu)
$L_b$	hemlunarvegalengd
$L_s$	stöðvunarvegalengd
$L_r$	viðbragðsvegalengd
$m$	massi
$M_e$	tog vélar
$\mu$	viðloðunarstuðull vegyfirborðs

$n$	stærð úrtaks
$n_{min}$	lágmarksstærð úrtaks
$\eta_b$	hemlunarnýtni
$\eta_d$	nýtni drifbúnaðar
$\hat{p}_j$	tíðni í hraðabili $j$ í kí-kvaðrat-prófi
$q$	umferðarflæði
$q$	þverhalli
$q_{abs}$	tölugildi af þverhalla
$q_{mnb}$	þverhalli, með formerki miðað við beygju í veglínu, jákvætt ef hallar inn í beygju
$q_{öfug}$	0-1 breyta fyrir þverhalla, tekur gildið 1 ef hallar út úr beygju, annars 0
$r$	radíi drifhjóla
$R$	beygjuradíi hönnunarlínu vegar
$R^2$	skýringarhlutfall
$R_a$	loftmótstaða
$R_s$	veghallamótstaða
$R_{rl}$	dekkjamótstaða
$R_v$	beygjuradíi akstursferils ökutækis (oft miðað við miðja innstu akrein vegar)
$\rho$	eðlisþyngd lofts
$s$	staðalfrávik dreifingar úrtaks
$s$	ökubil
$se_{85}$	staðalskekkja 85%-hraða
$se_m$	staðalskekkja meðalhraða
$S$	langhalli
$\sigma$	staðalfrávik dreifingar þýðis
$t$	prófstærð í tölfræðiprófi
$t$	tími, viðbragðstími
$\hat{t}$	metill tíma
$t_{\alpha,r}$	100(1 - $\alpha$ )-ta sætisstærð í t-dreifingu með $r$ frítölur
$U$	stuðull fyrir það hlutfallsmark (fraktíl) sem meta á lágmarksúrtaksstærð fyrir
$v$	hraði
$\hat{v}$	metill hraða

$\bar{v}$	meðalhraði
$v_1$	upphafshraði
$v_2$	lokahraði
$v_i$	augnablikshraði
$v_i$	i-ta hraðagildi í úrtaki
$v_{max}$	mesti hraði í úrtaki
$v_{min}$	minnsti hraði í úrtaki
$vegsýn_s$	vegsýn fyrir stöðvunarvegalegd
$vsslöng$	0-1 breyta fyrir vegsýn fyrir stöðvunarvegalegd, tekur gildið 1 ef vegsýn >400 m, annars 0
$V_{85}$	85%-hraði, sá hraði sem 85% fólksbifreiða í frjálsum flæði og á blautri akbraut er ekið á eða innan við
$V_{100p}$	100·p%-hraði
$V_h$	hönnunarhraði
$V_p$	aflfræðilegur hámarkshraði
$V_p$	áætlunarhraði
$V_{sk}$	leyfilegur hámarkshraði, skiltaður hraði
$w$	breidd öryggisbils
$W$	þyngd
$W_n$	sá þáttur þyngdar sem er hornrétt á vegyfirborði
$W_p$	sá þáttur þyngdar sem er samsíða vegyfirborði
$x_i$	óháð breyta í línulegri aðhvarfsgreiningu, $i = 1, \dots, k$ þar $k$ er fjöldi óháðra breytna í líkani
$x_j$	fjöldi hraðagilda í hraðabili $j$ í kí-kvaðrat-prófi
$\chi^2_{\alpha,r}$	100(1 - $\alpha$ )-ta sætisstærð í $\chi^2$ -dreifingu með $r$ frítölur
$Y$	háða breytan í línulegri aðhvarfsgreiningu
$z_\alpha$	100(1 - $\alpha$ )-ta sætisstærðin í staðlaðri normlegri dreifingu fyrir öryggisstig 1 - $\alpha$
$\theta_s$	hornið sem vegyfirborð myndar við láréttan flöt í akstursstefnu

### Skammstafanir

LL	spanlykkja – spanlykkja
LPL	spanlykkja – þrýstirafnemi – spanlykkja

# Þakkir

Fyrst vil ég þakka verkfræðingum og tæknifræðingum Vegagerðarinnar fyrir mikilsverða aðstoð. Jón Rögnvaldsson, fyrrverandi vegamálastjóri, Jón heitinn Helgason, framkvæmdastjóri mannvirkjasviðs, og Kristján Kristjánsson, forstöðumaður veghönnunardeildar, veittu viðtöl um vegferil og hönnunarreglur; Hilmar Finnsson, Auðunn Hálfðanarson og Erlingur F. Jensson, deildarstjórar hjá svæðunum, útveguðu gögn um vegferil; Nicolai Jónasson deildarstjóri og Björn Jónsson verkefnastjóri útskýrðu umferðargreina og útveguðu gögn úr þeim og forstöðumennirnir Auður Þóra Árnadóttir, Eiríkur Bjarnason og Þórir Ingason veittu svör við fyrirspurnum. Einnig vil ég þakka Guðna P. Kristjánssyni, verkfræðingi hjá Verkfræðistofunni Hniti, fyrir veitt viðtal um hönnunarreglur fyrir vegferil.

Þá vil ég þakka Reykjavíkurborg og Björgu Helgadóttur landfræðingi fyrir lán á ratsjárbyssu, Kópavogsbæ fyrir lán á ratsjá til að festa á staur ásamt hugbúnaði og Gunnari Inga Ragnarssyni og Nils Schwarzkopp, verkfræðingum á Vinnustofunni Þverá, fyrir að gefa sér tíma til að kenna mér á búnaðinn. Veðurstofa Íslands og Guðrún Þórunn Gísladóttir, BS í landafræði, fá þakkir fyrir að útvega veðurgögn.

Susanne Schulz, verkfræðingur við Rannsóknastofnunina í Karlsruhe (KIT), og Basil Psarianos, prófessor við Tækniháskólann í Aþenu, fá þakkir fyrir heimildir sem þau sendu mér og fyrir gagnlegar ráðleggingar.

Ég þakka þeim erlendu gestum ráðstefnunnar Via Nordica í Reykjavík sem ég tók tali um málefni vegferils í veghönnunarreglum í nágrannalöndunum og um aðferðir við mælingar á punkthraða. Ég nefni sérstaklega Mats Hagström hjá Vectura í Svíþjóð og Arild Ragnøy hjá norsku vegastjórnslunni, Statens vegvesen.

Sérstaklega þakka ég kennurum við Háskóla Íslands: leiðbeinendum mínum þeim Sigurði Erlingssyni prófessor, Guðmundi Frey Úlfarssyni prófessor og Þorsteini Þorsteinssyni aðjúnt fyrir dygga aðstoð og þolinmæði, Birgi Hrafnkelssyni, tölfræðingi og lektor, fyrir aðstoð við útreikninga á skekkjum og bjaga í mælingum og Vilhjálmi Ívari Sigurjónssyni tæknimanni fyrir að smíða undirstöðu undir mælitæki. Skólanum þakka ég fyrir veitta vinnuáðstöðu.

Síðast en ekki síst færi ég eiginmanni mínum, Þorsteini Þorsteinssyni jarðeðlisfræðingi, móður minni, Ragnheiði Torfadóttur, og systkinum, Guðrúnu og Torfa, kærar þakkir fyrir margvíslegan stuðning, m.a. aðstoð við mælingar á vegum úti og við frágang á málfari ritgerðarinnar. Föður míns, Þórhalls Vilmundarsonar prófessors, sem lifði ekki að sjá þessu verkefni lokið, vil ég minnast fyrir að leggja gott til málanna þegar ég leitaði álits hans á einstökum atriðum í þýðingum á íslensku, orðalagi og framsetningu ritsmíðar.





# 1 Inngangur

Ökuhraði er einn helsti þátturinn sem ökumenn nota til að meta hversu þægilegt og fljótlegt er að fara tiltekna ökuleið. Þeir velja á milli leiða eftir því hversu hratt þeir geta ekið, hvaða tíma ferðin tekur og hvað hún kostar. Þekkt er að takmarkanir á hraða draga úr slysum en einnig hafa rannsóknir sýnt að jafn ökuhraði bætir bæði umferðarflæðið og öryggið. Ef veghönnuður hefur möguleika á að áætla væntanlegan ökuhraða getur hann metið hvernig hönnun vegar hefur tekist að þessu leyti.

Í veghönnunarreglum er yfirleitt mælt með því að miða við sama hönnunarhraða á sem lengstum köflum til að stuðla að samkvæmni í vegferlinum. En það hefur sýnt sig að það dugir ekki eitt og sér og þess vegna var því bætt við hönnunarreglur í mörgum löndum, m.a. á Íslandi, að áætla skuli væntanlegan 85%-hraða (skilgreining á 85%-hraða er í kafla 2.4.4.) og leitast við að halda honum nálægt hönnunarhraða og sem jöfnustum.

Rannsóknarspurningarnar sem vöknúðu voru:

- Hver eru fræðin á bak við þessar kröfur til 85%-hraða?
- Hvernig er unnt að ganga úr skugga um að kröfurnar séu uppfylltar? Er til aðferð til að reikna 85%-hraða fyrir vegkafla sem er á teikniborðinu?

Erlendis hafa verið gerðar margar rannsóknir og sett fram líkön fyrir 85%-hraða. Sumar niðurstöður gefa til kynna að það sé einkum planboginn sem ákvarði hraðann, en aðrar að ýmsir aðrir stikar vegferils, umferð, umhverfi og fleira hafi marktæk áhrif á hraðann. Flest líkananna einskorðast við tveggja akreina vegi í dreifbýli, enda stjórnast hraði vega í þéttbýli meira af hraðatakmarkandi aðgerðum, en á fjölakreina vegum hefur ekki komið fram samband við stika vegferils. Líkan um 85%-hraða hefur ekki verið gert fyrir Ísland.

Markmið þessa verkefnis voru eftirfarandi:

- Að taka saman fræðileg undirstöðuatriði í hönnun vegferils og sér í lagi varðandi jafnan ökuhraða og samkvæmni í vegferli.
- Að skoða hver stikinn 85%-hraði er og aðrir ökuhraðastikar og hvernig þeir eru notaðir við hönnun vegferils hérlendis og í fleiri löndum.
- Að skoða hvaða aðferðum má beita til að safna gögnum um ökuhraða, hvernig hefðbundið er að setja fram tölfræði punkthraðamælinga, hvernig 85%-hraði er fundinn út frá hraðagögnum, hvaða skilyrði gögnin þurfa þá að uppfylla og hversu nákvæmt gildi fæst.
- Að mæla hraða á nokkrum stöðum á ódýran hátt með fleiri en einni mæliaðferð og vinna tölfræði úr gögnunum, bera saman mæliaðferðirnar og síðast en ekki síst að reikna úr gögnunum 85%-hraða.
- Að gera drög að líkani fyrir 85%-hraða á Íslandi. En það felst í því að velja aðferð eftir erlendum fyrirmyndum, safna gögnum um marga hönnunarstika eða breytur á hverjum hraðamælistaðanna og gera líkan úr þessum gögnum og mælda hraðanum

með aðhvarfsgreiningu. Líkanið er formúla, eins áreiðanleg og gögnin leyfa, fyrir 85%-hraða sem fall af þeim stikum sem reynast marktækir.

Við vinnslu verkefnisins voru meginheimildirnar tvær. Annars vegar handbók Lamm, Psarianos og Mailänder frá árinu 1999 um veghönnun og umferðaröryggi og hins vegar allítarleg bandarísk yfirlitsskýrsla frá árinu 2011 um líkön fyrir 85%-hraða, en skýrslan segir frá stöðu mála í mörgum Evrópulöndum utan Norðurlandanna, Norður-Ameríku og nokkrum löndum í öðrum heimsálfum. Fjöldi annarra heimilda var skoðaður og notaður í þessu verkefni svo sem skýrslur, fræðigreinar og ritgerðir frá Íslandi, Svíþjóð, Þýskalandi og Bandaríkjunum, bandarískar kennslubækur, íslenskt og þýskt námsefni og veghönnunarreglur frá Íslandi, Noregi, Svíþjóð, Danmörku, Þýskalandi og Bandaríkjunum. Rætt var við margra starfsmenn Vegagerðarinnar um málefni varðandi ökuhraða í veghönnun og veghönnunarreglum auk þess sem leitað var til eins af höfundum beggja meginheimildanna og til verkfræðings við veghönnunar- og vegrekstrardeild Rannsóknastofnunarinnar í Karlsruhe (KIT).

Ritgerðin skiptist í sjö kafla. Bakgrunnur er í 2. kafla. Þar er farið yfir undirstöðuatriði hönnunar vegferils, skilgreiningar hugtaka, fjallað um ökuhraða einkum varðandi punkt-  
hraðamæliaðferðir, tölfræðilega framsetningu mælinganna og um hraða sem hönnunarstika, þar er sögulegt yfirlit yfir rannsóknir og kröfur hvað varðar jafnan ökuhraða og samkvæmni í vegferli og loks er sagt frá erlendum líkönum fyrir 85%-hraða og aðferðafræði líkangerðarinnar. Í 3. kafla er aðferðin sem beitt var í þessu verkefni við gerð líkans fyrir Ísland. Í 4. kafla eru gögnin sem notuð voru í líkangerðina, nánar tiltekið mæld hraðagögn og hraðagögn fengin frá Vegagerðinni, ásamt tölfræði sem unnin var úr þeim, og gögn sem safnað var um hönnunarstika og aðrar breytur um vegferil á mælistöðunum. Í 5. kafla er líkanið sem fékkst með margfaldri línulegri aðhvarfsgreiningu. Loks eru niðurstöður og lokaorð í 6. og 7. kafla.

## 2 Um hönnun vegferils

Þegar lagður er vegur milli staða er valin greiðfærasta leið sem landslag, mannvirki sem fyrir eru og eignarhald á landi leyfir og að teknu tilliti til fagurfræði, annarra umhverfisáhrifa og kostnaðar. Til að vegurinn verði öruggur vegfarendum þarf vegferillinn að vera þannig lagaður að ökutækin haldist á veginum á þeim hraða sem ökumenn kunna að velja og að auki þarf umhverfi hans að vera sem öruggast þeim sem lenda útaf honum.

Til að gera vegferilinn þannig öruggan þarf að huga að því hvernig ökutæki verka á margvíslegum kúrfum vegarins. Í því sambandi skipta kraftarnir sem verka á ökutækið máli, hraði ökutækisins og geta þess til að hemla (Mannering o.fl., 2005).

### 2.1 Veghönnunarreglur

Veghönnunarreglur eru gerðar til að tryggja að ofangreindum markmiðum sé náð og jafnframt til að samræma gerð vega í því umdæmi sem reglurnar ná til. Veghönnunarreglur fyrir vegferil byggjast á samblandi af aflfræði, athugunum og mati, m.a. á kostnaði. Þær spara vinnu veghönnuða þannig að þeir þurfa ekki að velta fyrir sér kröftum og hemlagetu, og geta að vissu marki flett gildum upp í töflum. Í allra nýjustu útgáfum erlendra veghönnunarreglna er jafnvel búið að staðla hönnunina svo mikið að hönnuðir þurfa ekki heldur að hugsa um ökuhraða.

### 2.2 Vegir

Skv. lögum eru vegir ætlaðir til umferðar ökutækja en stígar til annarrar umferðar. Þjóðvegir eru þeir vegir sem ætlaðir eru almenningi til frjálsrar umferðar, haldið er við af fé ríkisins og eru taldir upp í vegaskrá sem Vegagerðin heldur. Þjóðvegir ásamt sveitarfélaga-vegum mynda samfellt vegakerfi til tengingar byggða landsins. Aðrir vegir í vegakerfi landsins eru almennir stígar og einkavegir (Vegalög nr. 80/2007).

#### 2.2.1 Vegflokkar

Þjóðvegir eru vegir í dreifbýli ásamt umferðarmestu vegum sem tengja saman sveitarfélög á höfuðborgarsvæðinu. Þjóðvegir skiptast í stofnvegi, tengivegi, héraðsvegi og landsvegi (Vegalög nr. 80/2007).

#### 2.2.2 Vegtegundir

Vegtegundir eru ákvarðandi fyrir tæknilega eiginleika vega. Valin vegtegund skal anna þeirri umferð sem gert er ráð fyrir að fari um veginn (Vegagerðin, 2010a). Vegtegundir eru ákvarðandi um kennisnið vega, en kennisnið lýsir m.a. fjölda akreina, breiddum og aðskilnaði akstursstefna (Vegagerðin, 2011). Vegtegund ræður einnig nokkru um lögum vegferils (Vegagerðin, 2010b). Líkangerðin sem þetta verkefni fjallar um á við um tveggja akreina vegi í dreifbýli á Íslandi og eru þeir af vegtegund C, skv. núgildandi veghönnunarreglum Vegagerðarinnar (Vegagerðin, 2011).

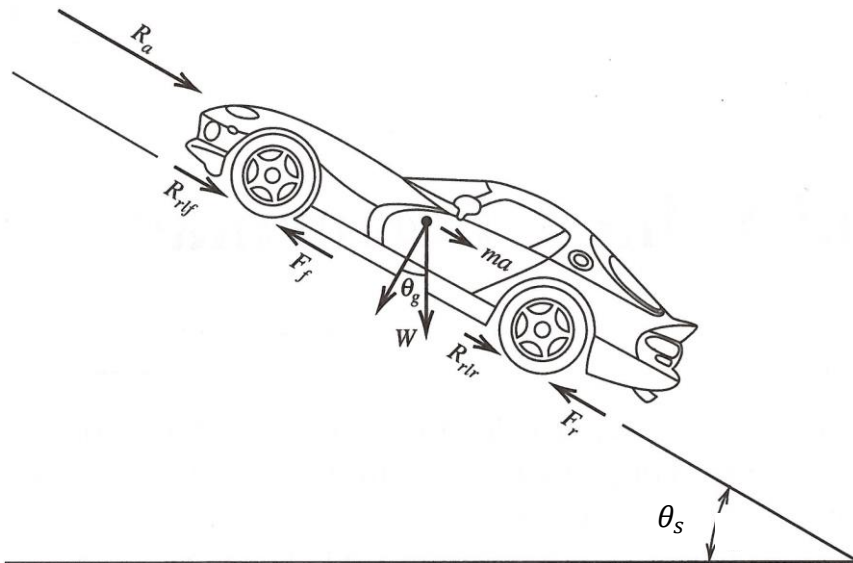
## 2.3 Vegferill, þversnið og umferð

### 2.3.1 Kraftar, hemlun og stöðvunarvegalengd

Efni þessa kafla er byggt á Mannering o.fl. (2005).

#### Kraftar

Á ökutæki sem er á ferð eftir vegi verka annars vegar spyrnukraftur sem knýr ökutækið áfram og hins vegar mótstöðukraftar sem hamlar á móti. Mótstöðukraftarnir eru aðallega þrenns konar: loftmótstaða, dekkjamótstaða og veghallamótstaða, sjá mynd 2.1.



Mynd 2.1 Kraftar sem verka á ökutæki í akstri, byggt á Mannering o.fl. (2005).

Loftmótstaðan ræðst af eðlisþyngd lofts, hraða ökutækis og lögun þess og gildir um hana eftirfarandi formúla:

$$R_a = \frac{\rho}{2} C_D A_F v^2 \quad (2.1)$$

þar sem  $\rho$  er eðlisþyngd lofts,  $C_D$  er dragstuðull, sem hægt er að fá uppgefinn hjá framleiðanda ökutækis, og  $A_f$  er flatarmál ökutækis hornrétt á akstursstefnu.

Dekkamótstaðan stafar af innra mekanísku viðnámi ökutækisins ásamt samverkuninni milli hjólbarða og vegyfirborðs. Stærsti hluti dekkjamótstöðu kemur frá formbreytingunni sem verður á hjólbarðanum þegar hann fer eftir vegyfirborðinu, en aðrir hlutar eru vegna niðurbeygju vegyfirborðs, þess að hjólbarðinn rennur til á vegyfirborðinu og loftstreymis kringum hjólin. Margir þættir hafa því áhrif á dekkjamótstöðu, s.s. stífni hjólbarða og vegyfirborðs, loftþrýstingur í hjólbarða, hiti og hraði. Rannsóknir hafa sýnt að mest áhrif hafa hraði og þyngd ökutækisins og því má til einföldunar nota eftirfarandi formúlu fyrir dekkjamótstöðu:

$$R_{rl} = f_{rl} \cdot W \quad (2.2)$$

þar sem  $f_{rl}$  er dekkjamótstöðustuðull,  $f_{rl} = 0,01 \cdot \left(1 + \frac{v}{44,73}\right)$ ,  $v$  er hraði í m/s og  $W$  er þyngd ökutækisins.

Veghallamótstaða er sá hluti þyngdarkraftsins sem verkar á móti spyrnu ökutækisins. Veghallamótstaðan er því jákvæð þegar ekið er upp í móti en neikvæð þegar ekið er niður í móti og vinnur þá með spyrnunni. Langhalli vega er yfirleitt lítill og má því gera þá nálgun að  $\sin \theta_s \cong \tan \theta_s = S$ , þar sem  $\theta_s$  er hornið sem vegyfirborð myndar í akstursstefnu við lárettan flöt og  $S$  er langhallinn í m/m. Veghallamótstöðuna má þá reikna með eftirfarandi formúlu:

$$R_s = W \cdot S \quad (2.3)$$

Spyrna frá vél ræðst af gerð vélar og drifbúnaðar. Algengur mælikvarði á vél er tog, sem er vinna vélarinnar (snúningsvægi) í Nm, táknað  $M_e$ . Spyrnuna má reikna með eftirfarandi formúlu:

$$F_e = \frac{M_e \varepsilon_0 \eta_d}{r} \quad (2.4)$$

þar sem  $\varepsilon_0$  er minnkunarhlutfall gíra,  $\eta_d$  er nýtni drifbúnaðar og  $r$  er radíi drifhjóla. Þótt vél ökutækis sé kraftmikil þá eru takmörk fyrir því hversu mikla mótstöðu hún getur yfirunnið. Við ákveðið gildi á spyrnu frá vél veldur aukakraftur einungis því að ökutækið spól-ar. Þessa hámarksspyrnu, sem táknuð er  $F_{max}$ , má finna með því að reikna summu vægja allra krafta sem verka á ökutækið, en það eru áður nefndir kraftar auk þess hluta þyngdarkraftsins sem verkar hornrétt á vegyfirborð. Nýtanleg spyrna er það sem er lægra af spyrnu frá vél og hámarksspyrnu eða:

$$F = \min(F_e; F_{max}) \quad (2.5)$$

## Hröðun

Krafturinn sem ökutækið hefur til að gefa því hröðun er mismunurinn á nýtanlegri spyrnu og mótstöðu. Í þessu samhengi verður að reikna með svokölluðum massastuðli,  $\gamma_m$ , vegna þess að tregða í þeim hlutum ökutækisins sem snúast kemur fram eins og að massi ökutækisins sé lítið eitt hærrí en hann er. Því er krafturinn ritaður á eftirfarandi hátt:

$$\gamma_m m a = F - (R_a + R_{rl} + R_s) \quad (2.6)$$

þar sem  $a$  er hröðun,  $m$  er massi ökutækisins og massastuðull er  $\gamma_m = 1,04 + 0,0025 \cdot \varepsilon_0$ . Nettókrafturinn til hröðunar er breytilegur eftir hraða,  $F - (R_a + R_{rl} + R_s) = f(v)$ . Vegalengdina til hröðunar,  $l_a$ , má þá rita á eftirfarandi hátt og nota að  $a = dv/dt$  og  $l_a = \int v dt$ :

$$l_a = \gamma_m m \int_{v_1}^{v_2} \frac{v dv}{f(v)} \quad (2.7)$$

## Hemlun

Hemlakrafturinn er margfeldið af viðloðunarstuðli vegyfirborðs,  $\mu$ , og þyngd ökutækisins,  $W$ . Viðloðunarstuðullinn hefur gildið 1 fyrir gott og þurrt vegyfirborð en minnkar ef yfirborðið er lélegt eða rakt. Mest viðloðun og þar af leiðandi mestur hemlakraftur fæst þegar hjólbarðarnir eru við það að renna, en ef þeir renna þá minnkar viðloðunin við vegyfirborðið verulega. Þar sem nýtni hemlunarþúnaðar er sjaldnast fullkomin, m.a. vegna þess að þyngdardreifing ökutækisins á fram- og afturöxul er sjaldnast sú sem svarar til besta hemlunarhlutfalls milli öxla, verður að reikna með hemlunarnýtni,  $\eta_b$ . Hemlakraftinn má þá rita á eftirfarandi hátt:

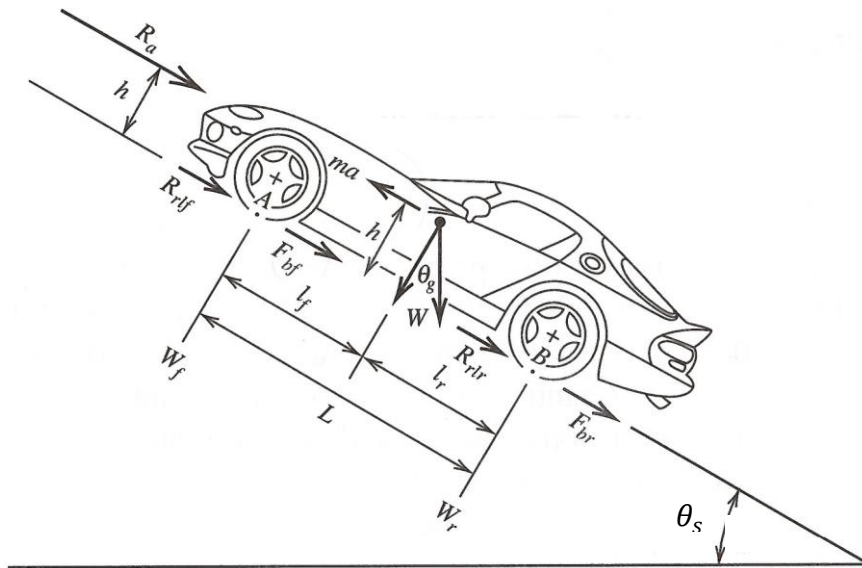
$$F_b = \eta_b \mu W \quad (2.8)$$

## Fræðileg hemlunarvegalegd

Þegar ökutæki hemlar, sjá mynd 2.2, leggjast mótstöðukraftarnir við hemlakraft ökutækisins til að gefa ökutækinu neikvæða hröðun:

$$F_b + \sum R = \gamma_b m a \quad (2.9)$$

þar sem  $\gamma_b$  er massastuðull m.t.t. tregðu við hemlun sem hefur gildið 1,04 (Wong, 1978).



Mynd 2.2 Kraftar sem verka á ökutæki þegar hemlað er, byggt á Mannering o.fl. (2005).

Sambandið milli vegalengdar, hemlakrafts, mótstöðukrafta, massa og hraða ökutækisins er eftirfarandi ( $a = dv/dt$  og  $v = dl/dt$ ):

$$a \, dl = \left[ \frac{F_b + \sum R}{\gamma_b m} \right] dl = v \, dv \quad (2.10)$$

Fræðileg hemlunarvegalegd fæst með heildun:

$$L_{b,fræðil.} = \int_{v_1}^{v_2} \gamma_b m \frac{v}{F_b + \Sigma R} dv \quad (2.11)$$

Að setja inn fyrir hemlakraftinn og mótstöðukraftana gefur:

$$L_{b,fræðil.} = \gamma_b m \int_{v_1}^{v_2} \frac{v}{\eta_b \mu W + \frac{\rho}{2} C_D A_F v^2 + f_{rl} W + WS} dv \quad (2.12)$$

Sú nálgun að  $f_{rl}$  sé fasti reiknaður út frá meðalhraðanum  $v_1/2$  gerir afar litla skekkju. Einnig hefur loftmótstaða lítið að segja miðað við hemlakraft. Þar með einfaldast jafnan í:

$$L_{b,fræðil.} = \left| \frac{\gamma_b}{g} \int_{v_1}^{v_2} \frac{v}{\eta_b \mu + f_{rl} + S} dv \right| = \frac{\gamma_b (v_1^2 - v_2^2)}{2g(\eta_b \mu + f_{rl} + S)} \quad (2.13)$$

Tölugildi er sett til þess að vegalengdin verði jákvæð. Fræðileg hemlunarvegalengd að kyrrstöðu fæst loks með því að setja  $v_2 = 0$ .

### Hagnýt hemlunarvegalengd

Fræðileg hemlunarvegalengd á við um ákveðið ökutæki og vegyfirborð. Við hönnun þarf að gera ráð fyrir breytilegum ökutækjum og yfirborði ásamt mismunandi hæfni ökumanna. Almennari og einfaldari jafna en sú sem sýnd er hér á undan á þá betur við. Til einföldunar er  $\gamma_b$  og  $f_{rl}$  sleppt úr jöfnunni því framlag þeirra er lítið auk þess sem þeir vega hvor annan upp að nokkru leyti. Margfeldi hemlunarnýtni og viðloðunarstuðuls vegyfirborðs,  $\eta_b \mu$ , er stærð sem einnig er kölluð hemlunarviðnámsstuðull, táknður  $f_b$ . Þessi stuðull hefði gildið 1 fyrir fullkomna nýtni og viðloðun. Í hönnunarreglum eru gefin upp viðmiðunargildi á  $f_b$  og er það þar gjarnan kringum þriðjungur. Þó verður að hafa í huga að gildið endurspeglar tækniþróun ökutækja og færni ökumanna hverju sinni svo það þarfnast sífellt endurskoðunar. Hagnýt hemlunarvegalengd hefur þá jöfnuna:

$$L_b = \frac{v^2}{2g(f_b + S)} \quad (2.14)$$

þar sem  $v$  er upphafshraði ökutækis.

### Viðbragðsvegalengd

Hemlunarvegalengdin er sú vegalengd sem ökutækið fer frá því byrjað er að hemla og þar til ökutækið stansar. Á undan líður tími frá því að ökumaður verður þess var að hann þurfi að hemla og þangað til hann stígur á hemilinn. Sá tími er kallaður viðbragðstími,  $t$ . Vegalengdin sem ökutækið fer á tímanum  $t$  er kölluð viðbragðsvegalengd og hefur jöfnuna:

$$L_r = v \cdot t \quad (2.15)$$

## Stöðvunarvegalegd

Hönnun vegferils er grundvölluð á stöðvunarvegalegd (í veghönnunarreglum Vegagerðarinnar er notað orðið stöðvunarleigd (Vegagerðin, 2010b)). Stöðvunarvegalegd er samsett úr viðbragðsvegalegd og hagnýtri hemlunarvegalegd. Formúla fyrir stöðvunarvegalegd er eftirfarandi:

$$L_s = v \cdot t + \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot (f_b + S)} \quad (2.16)$$

Þar sem  $v$  er hraði ökutækis við upphaf hemlunar,  $t$  er viðbragðstími,  $g$  er þyngdarhröðun jarðar,  $f_b$  er hemlunarviðnámsstuðull og  $S$  er langhalli vegar í m/m.

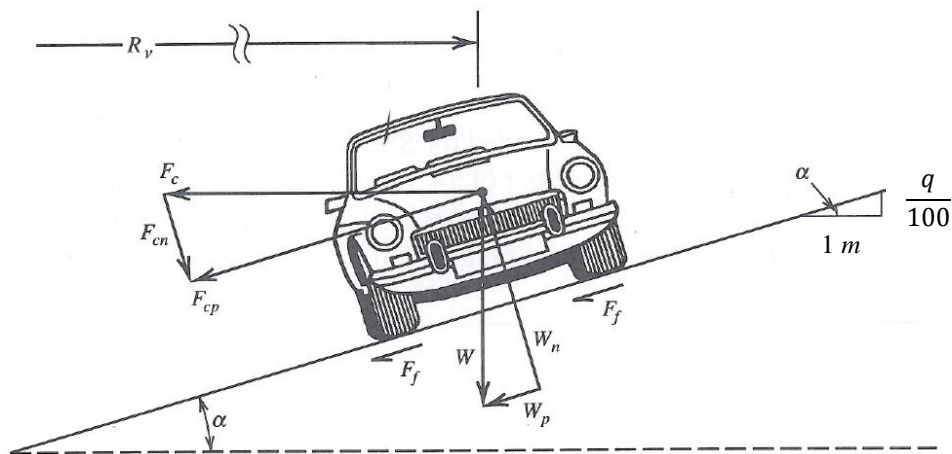
## Kraftar sem verka á ökutæki í beygju

Á ökutæki í beygju verkar hliðarkraftur, miðflóttakraftur. Þessi hliðarkraftur er tekinn upp af miðsóknarkrafti, sem skv. grundvallareðlisfræði (Marion & Hornyak, 1982) hefur jöfnuna:

$$F_c = \frac{W v^2}{g R_v} \quad (2.17)$$

Þar sem  $R_v$  er beygjuradí akstursferils ökutækis. Miðsóknarkrafturinn verður til úr þyngd ökutækisins og hliðarviðnámi milli hjólbarða og vegyfirborðs, sjá mynd 2.3. Kraftajafnvægið samsíða vegyfirborði má rita svo:

$$W_p + F_f = F_{cp} \quad (2.18)$$



Mynd 2.3 Kraftar sem verka á ökutæki í beygju, byggt á Mannering o.fl. (2005).

Þar sem  $W_p$  er sá þáttur þyngdar ökutækisins sem er samsíða vegyfirborði,  $F_f$  er hliðarviðnámskraftur og  $F_{cp}$  er sá hluti miðsóknarkraftsins sem er samsíða vegyfirborði. Þessa jöfnu má umrita (með  $F_f = f_{hl}(W_n + F_{cn})$ ):



$$W \sin \alpha + f_{hl} \left( W \cos \alpha + \frac{W v^2}{g R_v} \sin \alpha \right) = \frac{W v^2}{g R_v} \cos \alpha \quad (2.19)$$

þar sem  $f_{hl}$  er hliðarviðnámsstuðull,  $v$  er hraði,  $g$  er þyngdarhröðun jarðar og önnur tákni eru skv. mynd 2.3. Með því að deila báðum megin með  $W \cos \alpha$  fæst:

$$\tan \alpha + f_{hl} = \frac{v^2}{g R_v} (1 - f_{hl} \tan \alpha) \quad (2.20)$$

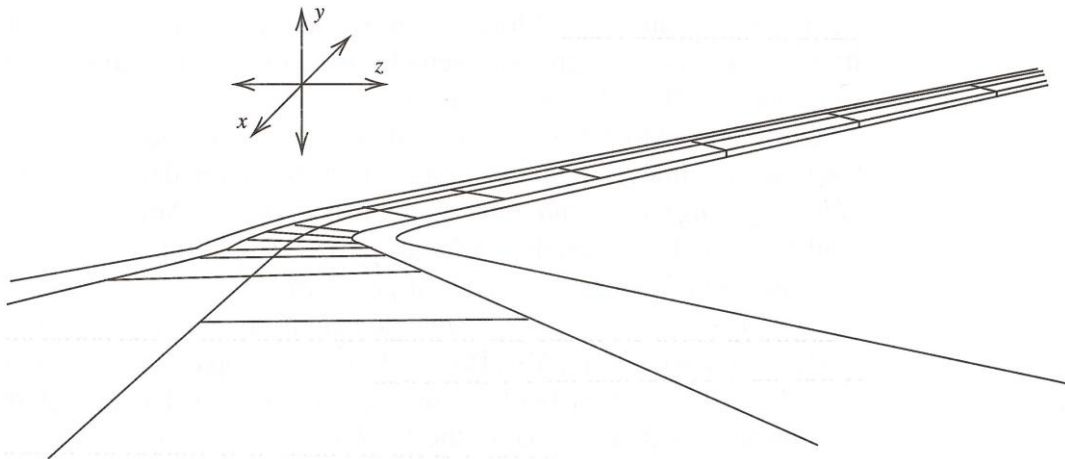
$\tan \alpha$  er þverhalli vegarins. Hann má skrifa í prósentum og er þá táknaður  $q$  ( $q = 100 \tan \alpha$ ). Í orðum má segja að  $q$  sé sú sentimetrahækkun sem verður á einum metra, sjá mynd 2.3. Í reynd er liðnum  $f_{hl} \tan \alpha$  sleppt því bæði  $f_{hl}$  og  $\tan \alpha$  eru lág gildi. Þá má umrita síðustu jöfnu svo:

$$R_v = \frac{v^2}{g \left( f_{hl} + \frac{q}{100} \right)} \quad (2.21)$$

Þetta er lykiljafna, notuð til að ákvarða lágmarksradía beygju.

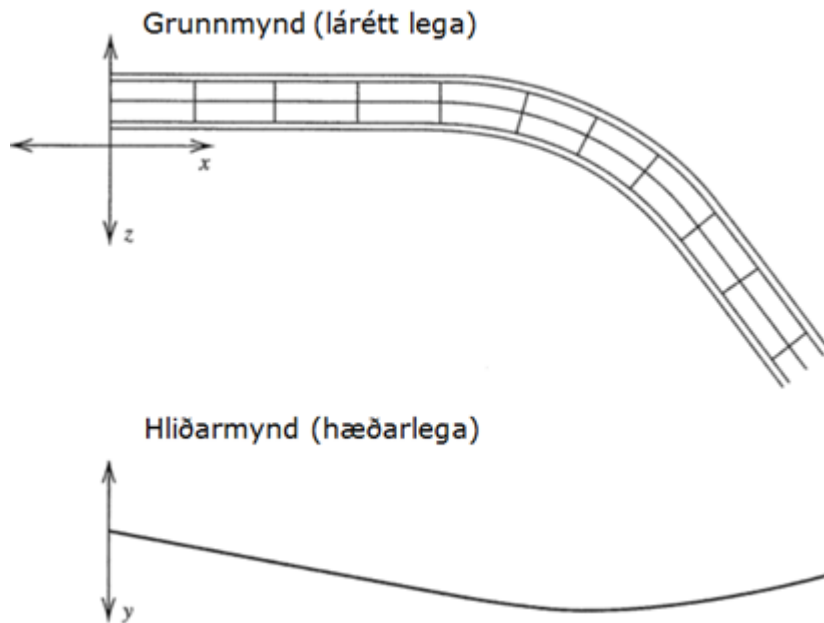
### 2.3.2 Vegferill

Lögun vegfirborðs eða flöturinn sem vegfirborðið myndar er kallað vegferill. Vegferill er þrívítt fyrirbæri, mælt í x, y og z hnitum, sjá mynd 2.4. Útreikningar í þremur hnitum eru þungir í vöfum og voru áður fyrr nær ómögulegir. Því er hefð fyrir því við hönnun og útsetningu vega að einfalda vegferilinn í tvo tvívíða ferla, lárétta legu og hæðarlegu, ásamt þverhalla.



Mynd 2.4 Vegferill í þrívíðu (Mannering o.fl., 2005).

Til að skilgreina vegferilinn er fyrst ákveðið hver skuli vera hönnunarlína vegarins. Fyrir tveggja akreina vegi er sú lína yfirleitt miðlína vegarins. Hönnunarlína vegar er líka kölluð veglína. Lárétt lega er hönnunarlínan í x og z hnitum (láréttum hnitum) og hæðarlega er hæð hönnunarlínu, y hnit, eftir lengd hennar, sjá mynd 2.5. Talað er um stöðvasetningu sem lengd í metrum eftir hönnunarlínu miðað við einhvern ákveðinn núllpunkt á línunni.



Mynd 2.5 Vegferill í tvívíðu: lárétt lega og hæðarlega, byggt á Mannering o.fl. (2005).

Áður var með orðinu stöð átt við 1000 m langan kafla á veginum, þannig að ef staður var t.d. 1295,3 m frá núllpunkti var ritað „stöð 1 + 295,300“ og talað um „eina stöð og 295,3 metra“ sbr. Mannering o.fl. (2005) Þetta er ekki lengur gert hérlendis heldur bæði ritað og talað um „stöð 1295,300“, skammstafað „st. 1295,300“.

## Lárétt lega

Lárétt lega samanstendur af þremur gerðum af elementum. Í lárétttri legu er aldrei brot, element hafa ávallt sameiginlegan snertil þar sem þau mætast og þá um leið sameiginlegan radía.

Að grunni til verður lárétt lega til við það að tengja beinar línur saman með hringboga (Garber & Hoel, 2010) og er radíinn táknður með  $R$ . Lágmarksradíi beygju ákvarðast af jöfnu (2.21). Þegar ekið er af beinni línu yfir á hringboga verður breytingin í miðflóttakraftinum snögg og veldur það óþægindum sérstaklega ef boginn er krappur. Þá er æskilegt að nota tengiboga milli beinu línunnar og hringbogans þar sem miðflóttakrafturinn breytist smám saman. Af jöfnu (2.17) má sjá að miðflóttakrafturinn eykst í réttu hlutfali við  $1/R$ . Um tengiboga sem breytir miðflóttakraftinum jafnt eftir vegalengd gildir þá sambandið:  $L = 1/R \cdot fasti$ . Þetta er jafna ferils sem heitir klótóíða. Jafna klótóíðunnar er venjulega rituð:

$$L \cdot R = A^2 \quad (2.22)$$

og fastinn  $A$  er kallaður stærð klótóíðunnar (Guðmundur Arason, Eiríkur Bjarnason & Jón Rögnvaldsson, 1974). Radíi klótóíðu er óendanlega stór þar sem hann tengist beinni línu, hann breytist svo jafnt eftir klótóíðunni þangað til hann verður jafnstór radía hringbogans sem tekur við. Það eru fleiri ástæður til að nota klótóíður en vegna rykksins sem kemur annars á ökutækið í upphafi og enda beygju, m.a. að þá má snúa stýrinu smám saman á jöfnum hraða yfir klótóíðuna í staðinn fyrir að þurfa að snúa því snögglega, að geta látið þverhallann aukast jafnt eftir klótóíðunni og einnig er fegurðarástæða, því það getur sýnst vera brot í veglínu þegar horft er eftir henni ef bein lína og hringbogi mætast. Loks hafa

rannsóknir sýnt að fyrir litla radía eykur klótóíða öryggi á vegi (Lamm o.fl., 1999). Lágmarksstærð klótóíðu ræðst af hraða þverhallabreytingar (Statens vegvesen, 2008b), sbr. undirkafla um þverhalla hér fyrir aftan og auk þess kemur fyrir að sett er lágmark af fagurfræðilegum ástæðum (Guðmundur Arason o.fl., 1974) og einnig hámark (Vegagerðin, 2010b).

Aðrir möguleikar á láréttri legu eru kúrfur sem eru samsettar úr radíum og/eða klótóíðum. Vendibogi er það þegar beygt er til vinstri og hægri án þess að bein lína sé á milli. Ef klótóíður eru notaðar í vendiboga þá er radíi þeirra óendanlegur þar sem þær mætast. Egglína er þegar klótóíðuhluti tengir saman tvo hringboga eða, í undantekningartilfellum, þegar fleiri en einn radíi í sömu stefnu eru settir saman. Tvær klótóíður sem koma saman án þess að hringbogi sé á milli kallast toppbogi og heyrir hann einnig til undantekninga (Mannering o.fl., 2005) og (Vegagerðin, 2010b).

Beygjugráða,  $CCR$ , er hugtak sem upphaflega kom fyrir árið 1973 þegar það var tekið upp í þýskum veghönnunarreglum. Það heitir á þýsku „Kurvigkeit“, en á ensku „curvature change rate“. Beygjugráða lýsir láréttri legu vegkafla með svipuð einkenni og er samantöl stefnubreyting yfir kaflann deilt með lengd kaflans eða:

$$CCR: \frac{\sum_{i=1}^n |\gamma_i|}{L} \quad (2.23)$$

þar sem  $i$  stendur fyrir tiltekna beygju á kaflanum,  $\gamma_i$  er stefnubreyting beygjunnar og mælieiningin er nýgráður á kílómetra (gon/km). Þetta hugtak var búið til samhliða hugtakinu „85%-hraði“ sem verður skýrt í kafla 2.4.

Síðar varð til beygjugráða stakrar beygju,  $CCR_S$ , og það er stefnubreyting radíans og aðliggjandi tengiboga deilt með lengd beygjunnar og hefur þessi stíki tekið við af hinum í rannsóknum á 85%-hraða. Það gerðist vegna þess að skilgreiningin á  $CCR$  þótti loðin því ekki er einhlítt að ákveða hvað sé vegkafla með svipuð einkenni. Mælingin er eftir sem áður gon/km og reikniformúlur fyrir  $CCR_S$  eftirfarandi fyrir ósamsettar kúrfur:

Fyrir beygju með hringboga ( $R$ ):

$$CCR_S = \frac{1}{R} \cdot \frac{200.000}{\pi} \quad (2.24)$$

Fyrir beygju með hringboga og tengibogum ( $A_1 - R - A_2$ ):

$$CCR_S = \frac{\frac{L_{A1}}{2R} + \frac{L_R}{R} + \frac{L_{A2}}{2R}}{L} \cdot \frac{200.000}{\pi} \quad (2.25)$$

Annar, en líkur, stíki er sá sem Bandaríkjamenn kalla „degree of curve“, táknað  $DC$ . Hann lýsir eingöngu hringboga stakrar beygju og er stefnubreyting í gráðum ( $^\circ$ ) á hver 100 fet eftir hönnunarlínu hringbogans.

Síðast kom fram stikinn meðalstefnubreyting allra beygja á vegkafla án tillits til beinna kafla. Þetta er vegið meðaltal með tilliti til lengdar beygjanna, og beinu kaflarnir koma stikanum ekki við:

$$\overline{CCR}_S = \frac{\sum_{i=1}^n (CCR_{Si} L_i)}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (2.26)$$

Mælieiningin er enn gon/km. Hér þarf, líkt og fyrir  $CCR$ , að meta hvað er vegkaflí (Lamm o.fl., 1999).

## Hæðarlega

Hæðarlega verður til við það að tengja beinar línur saman með hringboga, sem verður þá annað hvort hábogi, með radía sem táknaður er  $H_H$ , eða lágbogi, radíi táknaður með  $H_L$ . Eins og í láréttri legu eru engin brot í hæðarlegu. Halli beinu línanna, langhallinn, er hlutfall hækkunar af láréttri lengd og er hann táknaður með  $S$  og er mælieiningin %. Miðað við hækkandi stöð er brekka upp í móti með jákvæðum langhalla en brekka niður í móti með neikvæðum. Með nægjanlegri nákvæmni má nálga há- og lágboga með fleygboga en það auðveldar útreikninga á ferlinum (Vegagerðin, 2010b). Hámark er á langhalla vegna hallamótstöðu, sjá kafla 2.3.1, til að ökutæki geti haldið tilskildum ökuhraða upp í móti. Hámarkslanghalli ákvarðast af kröfum um greiðfærni (n. fremkommeligheit), þægindi, umferðarrým og öryggi (Statens vegvesen, 2008b) og takmörk eru á því hversu krappir há- og lágbogar geta verið vegna vegsýnar, sbr. undirkafla um vegsýn hér á eftir.

## Þverhalli

Lágmarksþverhalli er ávallt hafður á vegi svo bleyta sitji ekki á yfirborði hans. Í beygjum er þverhalli aukinn í samræmi við radía vegarins að gefnum hraða og hliðarviðnámsstuðli, sbr. jöfnu (2.21). Frá sjónarhóli aflfræðinnar er eðlilegast er að þverhallinn breytist jafnt eftir klótóíðunni, sbr. undirkafla um lárétta legu hér fyrir framan. Frá þessu þarf að gera undantekningar: Ekki má breyta þverhallanum of snögg þvi það veldur óþægindum og einnig lítur þá út fyrir að brot sé í kantlínu vegarins. Þvi eru mörk á leyfilegri þverhallabreytingu á lengdareiningu. Ef klótóíðan er löng og þverhalli þarf að skipta um formerki myndi það leiða til óhóflega langs kafla með litlum þverhalla. Þá er kaflinn þar sem þverhalli er undir lágmarksþverhalla hafður eins stuttur og mesta þverhallabreyting leyfir en þverhallanum að öðru leyti breytt jafnt eftir klótóíðunni (Guðmundur Arason o.fl., 1974). Þverhalli er táknaður með  $q$  og mælieiningin er m/m, % eða ‰. Í veghönnunarreglum Vegagerðarinnar er notað ‰ (Vegagerðin, 2010b).

## Vegsýn

Vegferil verður að hanna þannig að ökumaður hafi ávallt lengri vegsýn (áður sjónlengd), en sem nemur stöðvunarvegalegdinni, þ.e. að hann sjái hlut af ákveðinni lágmarkshæð, sem liggur á veginum innan stöðvunarvegalengdar, sjá kafla 2.3.1 og Vegagerðina (2010b). Þannig eru takmörk fyrir því hve hábogi getur verið krappur og einnig takmörk fyrir því hve lágbogi getur verið krappur vegna aksturs með ljósum í myrkri og þar sem vegur fer undir brú. Í láréttri legu þarf að tryggja nægilega vegsýn í beygjum þar sem hindranir eru til hliðar við veg með því annað hvort að fjarlægja hindrun eða hafa beygjuna nægilega víða (Mannering o.fl., 2005). Vegsýnin er aðalatriði varðandi hvar leyft er að aka fram úr öðrum ökutækjum.

### 2.3.3 Þversnið

Þegar er talað um þversnið í þessu verkefni er átt við þversnið í yfirborð vegarins. Þversnið tveggja akreina vegar í dreifbýli samanstendur af akreinum, öxlum og hliðarsvæði.

## Akreinar og axlir

Á akreinum aka ökutækja og ræðst breidd akreina ekki aðeins af breiddum ökutækja heldur einnig af því hvernig ökumenn skynja rýmið (Fwa, 2006). Mjórri akreinar en 3,6 m hafa lækkandi áhrif á hraða umferðar, skv. bandarísku handbókinni um umferðarrým (Highway Capacity Manual, HCM) (Vegagerðin, 2011) (sjá um umferðarrým í kafla 2.3.4) og a.m.k. sumar rannsóknir sem vitnað er til í Lamm o.fl. (1999) gefa til kynna að akbrautarbreidd hafi áhrif á ökuhraða.

Axlir eru utan við akreinar í vegbyggingunni og hafa þann tilgang að styðja burðarþolslega við akreinar. Einnig gefa axlir ökumönnum rými til að leiðrétta aksturstefnu sína, þar geta ökutæki stansað í neyð, stundum er leyft að fara þar á reiðhjóli, þá auka axlir vegsýn í beygjum og þar má koma fyrir vegstikum og skiltum (Fwa, 2006). Mjórri ytri axlir en 1,8 m hafa lækkandi áhrif á hraða umferðar skv. HCM (Vegagerðin, 2011).

Á vegum af vegtegund C er hvor akrein annað hvort 3,5 m eða 3,0 m á breidd og vegaxlir eru 0,5, 1,0 eða 1,5 m breiðar. Breiddirnar taka mið af umferðarmagni á viðkomandi stað. Bundið slitlag skal vera á akreinum og öxlum en leyfilegt að ystu 0,10–0,15 m axla séu með mól. Kantlína er máluð á axlir skv. Vegagerðinni (2011). Eins og gefur að skilja hafa vegir verið byggðir á mismunandi tímum og aðrar reglur geta þá hafa verið í gildi. Síðan hafa vegirnir verið bættir í átt að nýjustu reglum, en þær endurbætur eru komnar mislangt. Því geta breiddir tveggja akreina vega verið aðrar í raun.

## Hliðarsvæði

Svæðið utan við vegaxlir er formað þannig að vegurinn sé burðarþolslega stöðugur og að hann afvatnist og því er byggður flái eða formuð skering eftir því hversu hátt vegferillinn liggur í landslaginu. Auk þess er hliðarsvæðið mótað þannig að nokkuð öryggi verði til handa vegfarendum sem lenda utan vegar, en til þess eru fláar gerðir hæfilega flatir og hindranir, s.s. steinar, tré eða mannvirki, fjarlægðar. Ef beygjur eru krappar, flái óhjákvæmilega hár og brattur eða ekki unnt að fjarlægja hindrun er sett vegrið (Garber & Hoel, 2010). Meira má lesa um þetta í veghönnunarreglum Vegagerðarinnar (Vegagerðin, 2011).

### 2.3.4 Umferð

Stærðfræðin sem lýsir umferðarflæði skiptist í tvær greinar: makróskópíska, sem fæst við umferðarstrauminn, og míkroskópíska, sem fæst við bil milli ökutækja og hraða einstakra ökutækja (Garber & Hoel, 2010). Í þessum kafla verður þeim hugtökum þessara fræða, sem koma fyrir í þessu verkefni, lýst en ekki farið nánar út í umferðarstraumfræði.




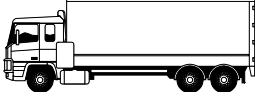
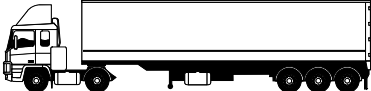

## Umferðarflæði

Grundvallarskilgreiningin á umferðarflæði,  $q$ , er:

$$q = \frac{n}{t} \quad (2.27)$$

þar sem  $n$  er fjöldi ökutækja og  $t$  er lengd tímabils. Flæði er oft mælt yfir eina klukkustund og þegar talað er um umferð er yfirlétt átt við að einingin sé ökutæki/h. Meðalsólarhringsumferð yfir eitt ár kallast ársdagsumferð, skammstafað  $\dot{A}DU$ , og er eining þess ökutæki/sólarhring.

Tafla 2.1 Flokkunarkerfi EUR6 skv. umferðargreinaframleiðandanum Golden River Traffic, byggt á mynd frá Vegagerðinni.

Flokkur	Lýsing	Mynd
1	Vélahjól	
2	Fólksbifreiðar og litlar sendibifreiðar	
3	Fólksbifreiðar með eftirvagn	
4	Vörubifreiðar og litlar hópibifreiðar	
5	Flutningabifreiðar	
6	Hópibifreiðar	

## Forskot og ökubil

Tíminn milli þess að framstuðari á ökutæki fari framhjá ákveðnum punkti og þar til framstuðari á næsta ökutæki fer framhjá sama punkti kallast forskot,  $h$ , og samsvarandi vegalengd kallast ökubil,  $s$ .

## Frjálst flæði

Ef ökutæki er eitt á vegi verður hraði þess ekki fyrir áhrifum annarra ökutækja. Þegar ökutækjum fjölga smátt og smátt á veginum kemur að því að umferðin fer að hafa áhrif á hraða ökutækisins. Það er kallað frjálst flæði þegar umferð er nógu lítil til að hafa ekki náð þessu stigi. Þegar bílalest myndast þá er lestarstjórinn sá eini sem ræður sínum ökuhraða og er í frjálstu flæði, en ökutækin í lestinni eru það ekki. Gefin er almenn regla í kennslubók (Roess, Prassas & McShane, 2004) að ökutæki teljist vera í lest ef ökubilið milli þess og ökutækisins á undan sé minna en 61 m ef hraðinn er undir 64 km/h, er minna en 107 m ef hraðinn er hærri. Ef rýnt er í þessi gildi kemur í ljós að þau svara til þess að forskot sé á bilinu 3–6 s, nema hraði sé undir 37 km/h eða yfir 130 km, en þá næst ekki að uppfylla skilyrðið um ökubil út frá forskoti. Í skýrslu sænskra vegayfirvalda (Isaksson, 1997) er fjallað um reikniðferð fyrir hraðamælingar, sem enn er vitnað til í skýrslum stofnunarinnar (Vadeby & Forsman, 2010). Skv. aðferðinni er miðað við að flæði sé ekki frjálst ef forskot er  $\leq 5$  s og hraði fremra ökutækis  $\leq 4$  km/h hærri en hraði þess aftara. Krafan um hraðamun er sett fram til að undanskilja ökutæki í framúrakstri. Skv. leiðbeiningum Texasfylkis um mælingar á 85%-hraða telst frjálst flæði vera ef forskot er  $>3$  s (Texas Department of Transportation, 2012).










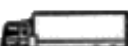
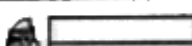

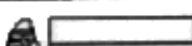






## Umferðarrým og þjónustustig

Markmiðið með greiningu umferðar er að leggja mælikvarða á hvernig vegur verkar fyrir tiltekna umferð. Grunnhugtökinn eru tvö. Mesta umferðarflæði sem vegur getur annað er

kallað umferðarrýmd. Þjónustustig er flokkun á umferðarástandi eins og notendur upplifa það eftir ástandi vegar, umferðar og umferðarstjórnunar. Flokkarnir eru sex frá A til F, þar sem A er besta ástand en þá er flæði frjálst, en F það versta eða teppuástand (Mannering o.fl., 2005).

### Flokkun ökutækja

Ökutæki hreyfast á mismunandi hátt á vegum eftir því hversu stór og hversu þung þau eru. Stærri ökutæki taka meira rými bæði í lengd og breidd, ökuhraði og hraðatakörk eru önnur og aksturseiginleikar eru aðrir, m.a. varðandi hröðun og hemlun. Því skiptir máli í umferðarránsóknum að flokka ökutæki í fyrirfram ákveðna flokka. Mörg flokkunarkerfi eru til. Flokkunarkerfi EUR6 og EUR13 eru kerfi sem umferðargreinar Vegagerðarinnar flokka ökutæki eftir. Þessi kerfi koma frá framleiðanda umferðargreinanna og þau flokka ökutæki í annars vegar 6 og hins vegar 13 flokka, sjá töflu 2.1 og mynd 2.6.

Vehicle Classification Table			GR03-EUR13		
1	Car, Light Van		6	Rigid 3-Axle HGV & 2-Axle Drawbar Trailer	
	Light Goods Vehicle (LGV)			Rigid 3-Axle HGV & 3-Axle Drawbar Trailer	
	Car/LGV & 1-Axle Caravan/Trailer		7	Artic, 2-Axle Tractor & 1-Axle Semi-Trailer	
	Car/LGV & 2-Axle Caravan/Trailer			8	Artic, 2-Axle Tractor & 2-Axle Semi-Trailer
2	Rigid 2-Axle Truck (HGV)		9		Artic, 2-Axle Tractor & 3-Axle Semi-Trailer
	3	Rigid 3-Axle Truck (HGV)			10
Rigid 3-Axle Truck (HGV)			Artic, 3-Axle Tractor & 2-Axle Semi-Trailer		
4	Rigid 4-Axle Truck (HGV)		11	Artic, 3-Axle Tractor & 3-Axle Semi-Trailer	
	Rigid 4-Axle Truck (HGV)			12	Bus or Coach 2-Axle
5	Rigid 2-Axle Truck & 2-Axle Drawbar Trailer				Bus or Coach 3-Axle
	Rigid 2-Axle Truck & 3-Axle Drawbar Trailer			13	Vehicle with 7 or more Axles
Rigid 2-Axle Truck & 1-Axle Caravan/Trailer		Vehicle not classified above			
Rigid 2-Axle Truck & 2-Axle Trailer/Caravan					

Mynd 2.6 Flokkunarkerfi EUR13 (Golden River Traffic, 1998).

Í veghönnunarreglum Vegagerðarinnar er flokkun á hönnunarökutækjum í samræmi við reglugerð um stærð og þyngd ökutækja að viðbættri skilgreiningu á fólksbifreið og lítilli flutningabifreið (Vegagerðin, 2010a) og er sú flokkun frábrugðin bæði EUR6 og EUR13. Þannig er skilgreiningin á fólksbifreið án eftirvagns mismunandi eftir kerfum:

- EUR6, flokkur 2: Ökutæki sem er 2,50-5,19 m að lengd.
- EUR13, flokkur 1: Ökutæki sem hefur tvo öxla og  $\leq 2,98$  m bil milli öxla.
- Veghönnunarreglur Vegagerðarinnar, flokkur Fólksbifreið (skammst. FB): fólksbíll, jeppi eða lítill sendibíll sem er allt að 4,8 m að lengd.

Nú er í gangi verkefni á vegum NordFou, nefndar um rannsóknir og þróun á sviði vegagerðar á Norðurlöndunum (Forskning og udvikling på vej- og trafikområdet i Norden). Markmiðið er samræmt norrænt flokkunarkerfi fyrir ökutæki (NordFou, 2012).

## 2.4 Ökuhraði

### 2.4.1 Hraði

Til að ákvarða hraða ökutækis þarf að mæla bæði vegalengd og tíma. Hraði ökutækis á ákveðnu augnabliki, svokallaður punkthraði eða augnablikshraði, er skilgreindur sem:

$$v_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta l}{\Delta t} \quad (2.28)$$

þar sem  $i$  táknar punkt (þ.e. stað) eða augnablik (Hall, án dags.). Til að fá sem réttast mat á punkthraða þarf vegalengdin sem mælt er yfir að vera sem allra styst. Hraði ökutækja er oftast gefinn upp í km/h (Garber & Hoel, 2010).

### 2.4.2 Hraðamælingar

Hraðamælingar eru annað hvort gerðar handvirkt með skeiðklukku og málbandi eða þær eru gerðar sjálfvirkt. Ýmis konar tækjabúnaður er til á markaði til að gera sjálfvirkar hraðamælingar og er þá yfirleitt um að ræða tæki sem samanstanda af þremur hlutum: nema, merkjavinnsluhluta og gagnavinnsluhluta (Mimbela & Klein, 2000). Búnaðurinn flokkast í fjóra aðalflokka: nema á eða í vegyfirborði, ratsjár, myndavélar og önnur rafeindamælitæki utan vegar (Garber & Hoel, 2010). Eitt mikilvægasta atriðið sem hafa þarf í huga þegar velja þarf mæliaðferð er að ökumenn verði sem minnst varir við mælinguna því annars hefur hún áhrif á ökulag þeirra. Með ratsjá eða örbylgju er hægt að komast einna næst því að mæla punkthraða því tíðnin sem þessi tæki vinna á er slík að ökutækið þarf aðeins að hreyfast um 1 cm á meðan á hraðamælingunni stendur. Slíkar mælingar falla í flokk sem kallast punktmælingar. Með tækjum þar sem bæta þarf við öðrum mælistað er talað um mælingar yfir stutta vegalengd (Hall, án dags.). Hægt er að komast hjá takmörkum einnar tækjagerðar með því að setja tvenns konar eða fleiri tæki saman í eitt hraðamælitæki (Martin, Feng & Wang, 2003).

Varðandi kröfur um nákvæmni punktmælinga á hraða fannst eftirfarandi fullyrðing í leiðbeiningum Texas-fylkis, en þær leiðbeiningar fjalla um mælingar á 85%-hraða. Þar er nákvæmni hraðamælingar með ratsjá sögð  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig) og tekið fram að mæla megi hraða með öðrum búnaði ef nákvæmni þess búnaðar er ekki verri en fyrrnefnt gildi (Texas Department of Transportation, 2012).



## Skeiðklukka og málband

Aðferðin gengur út á það að mæla þann tíma sem ökutæki er að fara ákveðna vegalengd. Hægt er að gera það á ýmsa vegu en svona er aðferðin skv. *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook* (Lamm o.fl., 1999): Merkingar eru settar á vegyfirborð með 50 m millibili. Tímamæling er gerð með skeiðklukku frá lítið áberandi stað í minnst 5 m fjarlægð frá vegbrún og er mældur tíminn frá því ökutæki fer yfir aðra merkinguna og þar til það fer yfir hina og tíminn  $t$  skráður. Hraðinn er reiknaður sem  $v = 50 \text{ m/t}$ .

## Nemar á eða í vegyfirborði

Þrýstiloftsrör (e. pneumatic tube): Tvö þrýstiloftsrör eru lögð yfir akrein með um 2 m millibili. Þegar framhjól ökutækis fara yfir fyrra rörið flyst loftpúls frá rörinu yfir í tæki sem skráir tímann og aftur þegar þau fara yfir seinna rörið. Út frá tímamuninum og vegalengdinni milli röranna reiknar tækið hraðann (Garber & Hoel, 2010). Skv. sænskri rannsókn verður nákvæmni hraðamælingar með þrýstiloftsrörum  $\pm 1 \text{ km/h}$  (ótiltekið öryggisstig) (Bergdahl, 2007).

Spanlykkja (e. inductive loop): Spanlykkja í vegyfirborði myndar segulsvið og þegar ökutæki ekur yfir hana rofnar segulsviðið og merki fer af stað. Með því að hafa lykkjurnar tvær fást upplýsingar um ökuhraða, lengd ökutækis, forskot og ökubil, sem skrást ásamt tímasetningu og ökutækisflokkki (Garber & Hoel, 2010; Golden River Traffic, 1998). Haft er um 5–6 m bil á milli spanlykkjanna og gefa þær ágæta nálgun á augnablikshraða nema ef hröðun er mikil (Hall, án dags.). Einnig eru til færanlegar plötur sem byggjast á sömu tækni (Cox & Arndt, 2010). Nákvæmni á hraðamælingu með spanlykkju er sambærileg við nákvæmni ratsjár miðað við íslenskar athuganir sem fyrir lágu árið 2005 (Anna María Jónsdóttir, 2005).

Þrýstirafnemi (e. piezoelectric sensor): Efnið í þrýstirafnema getur breytt hreyfiorku í raforku. Þegar ökutæki ekur yfir nemann verður til spenna sem er í réttu hlutfalli við kraftinn sem ökutækið veldur á nemann. Spennupúlsinn gefur því til kynna öxul ökutækis. Ef nemarnir eru tveir fæst mæling á ökuhraða. Þannig er með tveimur þrýstirafnemum eða þrýstirafnema og spanlykkjum hægt að fá skráningu á bili milli öxla og þar með á ökutækisflokkki. Sumir þrýstirafnemar mæla einnig öxulþyngd (Martin o.fl., 2003; Mimbela & Klein, 2000).

Segulsviðsmælir (e. magnetic detector): Þessi búnaður nemur áhrif málmhluta ökutækis á segulsviðs jarðar og fær út frá þeim hraðann (Martin o.fl., 2003).

Þyngdargreinir (e. weigh-in-motion): Þyngdargreinar mæla kraftinn frá öxli sem ekur yfir nemann og þannig fæst öxulþyngd og heildarþyngd ökutækis. Einnig fæst ökuhraði og ökutækisflokkur. Helstu gerðir þyngdargreina eru beygjuhlata, þrýstirafnemar, álagseiningar og rýmdarnemar (Martin o.fl., 2003).

## Ratsjá

Búnaðurinn notar lögmálið um Dopplerhrif, að þegar merki með ákveðinni tíðni (rafsegulbylgja) er sent að ökutæki á hreyfingu þá verður önnur tíðni á merkinu sem kemur til baka. Þessi breyting er í réttu hlutfalli við hraða ökutækisins. Tækið umbreytir tíðnibreytingunni yfir í km/h og birtir á skjá. Ef stefna bylgjunnar myndar horn við akstursstefnu verður skekkja í hraðanum, hraðinn mælist lægri en hann er í raun sem nemur kósínusi af horninu (Garber & Hoel, 2010). Ratsjár til umferðarmælinga eru þrenns konar eftir því hvernig

þeim er fyrir komið. Það eru ratsjárbyssa sem haldið er í hendi, ratsjá fest á brú yfir vegi eða ratsjá fest á staur til hliðar við veg. Með uppstillingu á brú eða staur má mæla umferð yfir eina eða fleiri akreinar, en almennt er nákvæmni minni ef ratsjain er til hliðar við veg. Festing á brú er mest notuð fyrir síteljandi ratsjá, en festing á staur eða byssa fyrir tilfallandi mælingar (Mimbela & Klein, 2000). Ratsjám fylgir nú orðið gjarnan hugbúnaður sem tekur inn fjarlægðir og hornið sem mælt er inn við uppstillinguna, leiðréttir mældan hraða m.t.t. hornsins og skráir hraðann í skrá. Það verður þá ekki skekkja í gildunum ef ratsjainni hefur verið stillt upp eins og til er ætlast. Sagt er frá nákvæmni hraðamælinga með ratsjá fremst í þessum undirkafla. Ratsjár verða að vera nálægt akreininni sem mæla á hraðann á og því er vandi að láta kassann sem þær eru í vera alveg hulinn öikumönnum. Ratsjá sem haldið er í hendi er enn sýnilegri og í kanadískri rannsókn kom í ljós að hraði lækkaði að meðaltali um 7 km/h þegar ratsjárbyssa var notuð (Hassan, Sarhan & Porter, 2011).

## Myndavélar

Forveri þessarar tækni var myndbandsupptökuvél sem myndaði vegkafla. Að því loknu var horft á myndbandið á skjá og strik teiknuð á skjáinn sem svöruðu til vegalengdar  $\Delta l$  sem áður hafði verið málbandsmæld. Klukka var á myndbandinu og því var hægt að skrá niður tímunn  $\Delta t$  og síðan reikna hraðann (Hall, án dags.). Nú er aftur á móti beitt tölvusjón. Staf-ræn myndavél tekur myndir með nákvæmlega jöfnu millibili, t.d. 30 ramma á sekúndu. Með sjálfvirkri myndgreiningu er færsla ökutækisins greind og hraðinn fenginn.

## Önnur rafeindamælitæki utan vegar

Aðrar gerðir búnaðar hafa verið í notkun s.s. virkir og óvirkir innrauðir skynjarar, hljóð-bylgjutækni (e. ultrasonic) og óvirkur hljóðnemi. Með virkum skynjara er átt við að bylgju-orka er send að hlut og bylgjan sem endurkastast er mæld eins og er tilfellið með ratsjá. Óvirkur búnaður er sá sem mælir orkuna sem hluturinn sendir, sbr. myndavél (Martin o.fl., 2003). Gerð hefur verið tilraun með tækni sem byggist á að senda leysigeisla frá öðrum vegkanti þvert yfir veginn og hafa ljósnema á hinum kantinum sem skynjar þegar geislinn er rofinn af ökutæki. Með pari af þessum búnaði með stuttu millibili og tilheyrandi stýriör-gjörva, svokölluðu Arduino-borði, má finna og skrá ökuhraða (Chambers, 2010).

## Þróun á huldum búnaði

Til að ökumaður verði mælingarinnar alls ekki var væri æskilegast að sérsníða tæki með það að markmiði að tækið sé mjög fyrirferðarlítið og mögulegt að fela það t.d. í vegstiku eða skilti til hliðar við veg. Í Þýskalandi hefur verið hannaður búnaður sem komið hefur verið fyrir inni í endurskinsvegstikum. Bæði er þar um að ræða ratsjá til hraðamælinga og einnig búnað sem byggist í senn á ratsjá og tölvusjón og hefur með þeim búnaði verið safnað upplýsingum um akstursferil ökutækis eftir veginum ásamt ökuhraða. Verkefnið er á til-raunastigi og búnaðurinn er ekki kominn á markað. Ekki fékkst leyfi til að vitna í skriflega heimild um búnaðinn (Susanne Schultz, verkfræðingur á veghönnunar- og vegrekstrardeild Vega- og járnbrautastofnunar Rannsóknastofnunarinnar í Karlsruhe, tölvupóstur, 6. febrúar 2012).

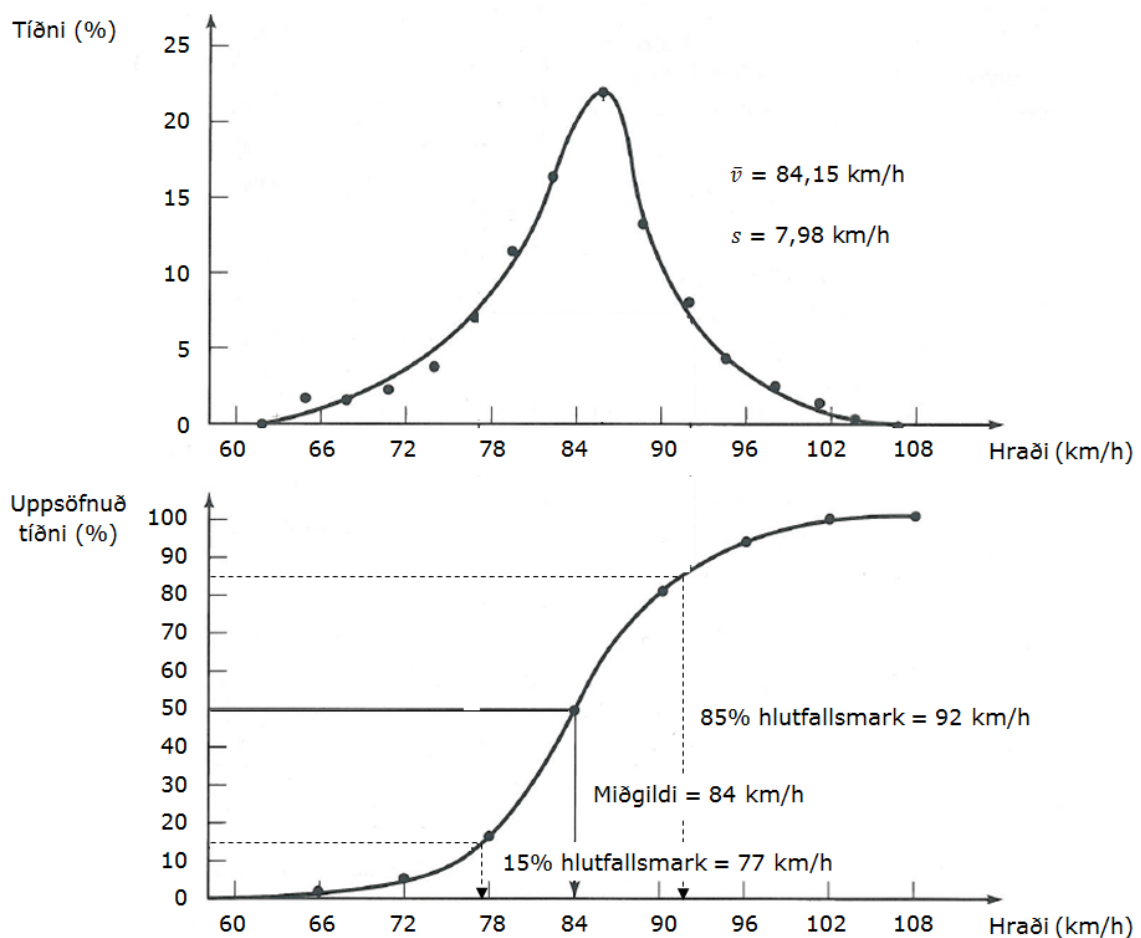
## Umferðargreinar Vegagerðarinnar

Almennt nær orðið umferðargreinar til alls þess sjálfvirka búnaðar sem telur umferð, mælir ökuhraða, flokkar ökutæki o.þ.h. Umferðargreinar Vegagerðarinnar eru tvær spanlykkjur í vegyfirborði, sumir þeirra einnig með þrýstirafnema. Auk þess er einn þyngdargreinar. Umferðargreinar eru af gerðinni Marksman 660 frá breska fyrirtækinu Golden River

Traffic, en næstu greinar sem settir verða upp verða af gerðinni Marksman 680. Þrýstirafnemarnir koma frá bandaríska fyrirtækinu Measurements Specialties. Þyngdargreinirinn er af gerðinni Lineas® quartz sensor for Weigh-In-Motion frá svissneska fyrirtækinu Kistler og er hann þrýstirafnemi úr kvartskristöllum (Kistler, 2012; Mimbela & Klein, 2000; Nicolai Jónasson, Vegagerðinni, tölvupóstur, 1. nóvember 2012). Þar sem fyrirkomulagið er LL (spanlykkja – spanlykkja) skynjar greinirinn lengd ökutækis og flokkar ökutæki í sex ökutækisflokkka skv. EUR6 flokkunarkerfi, en ef það er LPL (spanlykkja – þrýstirafnemi – spanlykkja) skynjar greinirinn bæði lengd og öxla og flokkar í 13 ökutækisflokkka skv. EUR13 (Anna María Jónsdóttir, 2005). Ökuhraði skráist í báðum tilfellum sem heiltala í km/h. Í handbók með umferðargreinum Vegagerðarinnar er ekkert fullyrt um nákvæmni hraðamælingar með umferðargreini heldur sagt að mæla skuli hraða á 20 ökutækjum með ratsjárbyssu samhliða mælingu umferðargreinisins og greina niðurstöður og ákvarða fastar og breytilegar skekkjur í hraða (Golden River Traffic, 1998). Sjá einnig kröfu um lágmarksnákvæmni fremst í þessum undirkafla. Í þessu verkefni verður með orðinu umferðargreinir átt við búnað þar sem namar eru í vegyfirborði.

### 2.4.3 Hraðadreifing

Til þess að fá glögga mynd af hraða á ákveðnum stað á vegi og á ákveðnum tíma eru gerðar mælingar á punkthraða á úrtaki ökutækja. Út frá gögnunum eru meðalhraði og staðalfrávik dreifingarinnar fundin með eftirfarandi formúlum:



Mynd 2.7 Dæmi um hvernig hraðadreifing er sýnd á tíðniriti og dreifiriti, byggt á Roess o.fl. (2004).

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad (2.29)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2} \quad (2.30)$$

þar sem  $n$  er fjöldi ökutækja í úrtaki (Ross, 2009).

Af því að hraði er samfelld breyta verður að flokka gögnin í hraðabil áður en þau eru teiknuð. Hlutfall ökutækja í hverju hraðabili er reiknað og út frá því teiknað tíðnirit og dreifirit. Dreifingin er metin með því að draga besta feril í gegnum gögnin. Dreifingin er besti mælikvarðinn á það hvernig notendur nota veginn. Á mynd 2.7 er dæmi um þetta. Gröfin geta líka verið sett fram sem stöplarit. Hlutfallsmörk (fraktílar) eru fundin út frá röðuðum gögnum á eftirfarandi hátt. Ef fyrir liggur hraðamæling á  $n$  ökutækjum þá er  $100 \cdot p\%$ -hraðinn:

$$V_{100p} = v_{([np]+1)} \quad (2.31)$$

þar sem  $[np]$  er heiltöluhlutinn af  $np$  og  $v_{(i)}$  er  $i$ -ti lægsti hraðinn í gögnunum. Ekki skal brúa hraðagildin (Choueiri & Lamm, 1987; Hou, Sun & Edara, 2011; Texas Department of Transportation, 2012).

## Mátgæði

Í umferðartölfræði er því sums staðar haldið fram að yfirleitt megi gera ráð fyrir að hraðadreifingar séu normlegar eða hafi í það minnsta normlegt útlit (Garber & Hoel, 2010; Roess, o.fl. 2004). Skv. hermun sem Hou o.fl. (2011) gerðu nálgast dreifing hraðagagna að vera normleg þegar  $n$  er um 200. Á hinn bóginn skal það ekki koma á óvart þótt hraðagögn reynist ekki normleg. Aðstæður, leyfilegur hraði og hönnunarhraði veganna (sjá um þessi hugtök í kafla 2.4.4) setja vissar skorður sem hafa áhrif á dreifinguna. Auk þess er líklegt að öikumenn skiptist í flokka, t.d. þá sem eru löghlýðnir og þá sem eru það ekki, eða þá sem fylgjast grannt með hraðamælinum (m.a. með hraðastilli í ökutækinu) og þá sem fylgjast ekki mjög grannt með honum. Einnig hefur hver tegund ökutækja sinn aksturseginnleika. Leiðir þetta til þess að dreifingin er í raun samsett úr nokkrum dreifingum og er því mun flóknari. Til að fullvissa sig um hvort dreifing sé normleg verður að gera mátgæðapróf.

Gróf aðferð er að teikna normlega dreifingu með meðaltal og staðalfrávik hraðagagnanna inn á dreifirit hraðans og meta sjónrænt hvort dreifingarnar falli saman og er hún talin nægilega nákvæm fyrir umferðarverkfræði. Nákvæmara er að gera tölfræðipróf. Umferðar-tölfræðin mælir með kí-kvaðrat-prófi sem er einfalt í framkvæmd:

Röðuð gögnin eru grúpuð í hraðabil af jafnri bilbreidd og þannig að ekki séu færri en fimm gildi í minnst 80% bilanna. Prófstærðin  $t$  er:

$$t = \sum_{j=1}^k \frac{(x_j - n\hat{p}_j)^2}{n\hat{p}_j} \quad (2.32)$$

þar sem  $k$  er fjöldi flokka,  $x_j$  er fjöldi hraðagilda í hraðabili  $j$ ,  $n$  er stærð úrtaks og  $\hat{p}_j$  er tíðni í hraðabili  $j$  þegar dreifing er normleg með meðaltal  $\bar{v}$  og staðalfrávik  $s$ .  $n$  þarf að vera nægilega stórt til að  $n\hat{p}_j \geq 1$  fyrir öll  $j$ . Tilgátunni að gögnin séu normlega dreifð er hafnað fyrir marktektarkröfu  $\alpha$  ef  $t > \chi_{\alpha, k-1-m}^2$ , þar sem  $m = 2$  og  $\chi_{\alpha, r}^2$  er  $100(1 - \alpha)$ -ta sætisstærð í  $\chi^2$ -dreifingu með  $r$  frítölur.  $\alpha$  eru líkurnar á því að hafa gert þau mistök að hafna því að gögn séu normlega dreifð (Birgir Hrafnkelsson, 2007; Roess o.fl., 2004; Ross, 2009).

Það er nauðsynlegt að þekkja dreifingu gagna til þess að geta leitt út ýmsar aðferðir til að vinna úr gögnunum. Til eru tiltölulega einfaldar aðferðir sem byggjast á normlegu dreifingunni og þrátt fyrir að gögn séu ekki fullkomlega normleg er í rannsóknum oft notast við þessar aðferðir þegar ekki er talið að meiri nákvæmni sé þörf og það á við um ökuhraða.

### Staðalskekkja og öryggisbil meðalhraða úr punkthraðamælingu

Staðalskekkja meðalhraða er staðalfrávik metilsins meðalhraða sem reiknaður eru með jöfnu (2.30) fyrir meðalhraða þýðisins. Ef gert er ráð fyrir að mælingarnar séu óbjagaðar hefur staðalskekkja meðalhraðans formúluna:

$$se_m = s/\sqrt{n} \quad (2.33)$$

Nákvæmni meðalhraðans má sýna sem öryggisbil með eftirfarandi formúlu ef gert er ráð fyrir að gögnin séu normlega dreifð:

$$100(1 - \alpha)\% \text{ öryggisbil fyrir } \bar{v} = \pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s/\sqrt{n} \quad (2.34)$$

þar sem  $t_{\alpha, r}$  er  $100(1 - \alpha)$ -ta sætisstærð í  $t$ -dreifingu með  $r$  frítölur (Birgir Hrafnkelsson, 2007; Ross, 2009). Nákvæmni meðalhraða hefur því ekki að gera með nákvæmni hraðamæliaðferðar heldur aðeins stærð úrtaks og hvernig úrtakið dreifist.

### 85%-hlutfallsmark

85%-hlutfallsmark (fraktíll) hraða er fundið út frá hraðamæligögnum með jöfnu (2.31). Ýmsar aðferðir eru til til að áætla nauðsynlega stærð úrtaks þegar meta á hlutfallsmark. Hér verður greint frá tveimur þeirra, en báðar byggjast þær á normlega dreifðum gögnum. Sú fyrrenfnda er skv. Opplander, J.C., Bunte, J.F. og Kadakia, P.L., „Sample Size Requirements for Vehicular Speed Studies,“ Highway Research Board, Bulletin 281, 1961 (Chou-eiri & Lamm, 1987). Skv. henni er lágmarksstærð úrtaks frá normlegri dreifingu með þekkt staðalfrávik þessi:

$$n_{min} = (4 + 2U^2) \left( \frac{z_{\alpha/2}\sigma}{w} \right)^2 \quad (2.35)$$

þar sem  $z_{\alpha/2}$  er  $100(1 - \alpha/2)$ -ta sætisstærðin í staðlaðri normlegri dreifingu fyrir öryggisstig  $1 - \alpha$  (t.d. fyrir 95% öryggisstig er  $z_{\alpha/2} = z_{0,05/2} = z_{0,025} = 1,96$ ),  $\sigma$  er staðalfrávik þýðisins (ef það er ekki þekkt úr fyrri rannsóknum á staðnum er ágætt mat 8 km/h og byggist það á niðurstöðum fjölda rannsókna),  $U$  er stuðull fyrir það hlutfallsmark sem á að meta, sjá töflu 2.2, og  $w$  er sú breidd öryggisbils með áður nefnt öryggisstig sem óskað er eftir.

Tafla 2.2 Ákvörðun á stuðlinum  $U$ , byggt á Choueiri og Lamm (1987).

Hlutfallsmark hraða	$U$
50%	0,00
15% eða 85%	1,04
7% eða 93%	1,48
5% eða 95%	1,67

Choueiri og Lamm (1987) notuðu þessa aðferð. Þeir höfðu breidd öryggisbils 6,4 km/h og 95%-öryggisstig og fengu með því  $n_{min} = 37$ .

Sú síðarnefnda er skv. Hou o.fl. (2011). Þeir leiddu út formúlu fyrir dreifni 85%-hlutfallsmarks normlega dreifðs úrtaks af stærð  $n$ :

$$Var[V_{85}] = 2,342\sigma^2/n \quad (2.36)$$

Með því að nota að staðalfrávik er kvaðratrót af dreifni og að margfeldi staðalfráviks og  $z_{\alpha/2}$  er hálf breidd öryggisbils og umraða svo jöfnu (2.36) fæst mat á lágmarksstærð úrtaks fyrir þá breidd öryggisbils 85%-hraða sem óskað er eftir:

$$n_{min} = 9,368 \left( \frac{z_{\alpha/2}\sigma}{w} \right)^2 \quad (2.37)$$

Með sömu forsendu og hjá Choueiri og Lamm, en jöfnu (2.37) fæst  $n_{min} = 56$ .

Auk þess má nefna nokkrar þumalfingursreglur um lágmarksstærð úrtaks þegar meta á 85%-hraða úr punkthraðamælingu:

- Minnst 80-100 ökutæki (Lamm o.fl., 1999).
- Yfir 100 ökutæki hefur verið algengast í rannsóknum síðari ára (Dimaiuta, Scott Himes & Porter, 2011; Psarianos & Garcia, 2011).
- 125 ökutæki (Texas Department of Transportation, 2012).
- Í verklegum æfingum í námskeiðinu Samgöngutækni, sem kennt var í byggingarverkfræði við Háskóla Íslands til fjölda ára var miðað við 100 einstakar mælingar á hraða til að meta ýmsa tölfræðilega stika hraðadreifingar.

Í öllum þumalfingursreglunum virðast því vera gerðar strangari kröfur um öryggisstig eða breidd öryggisbils en Choueiri og Lamm (1987) gerðu.

Ef gerðar hafa verið tvær punkthraðamælingar, önnur með úrtaksstærð  $n_1$ , staðalfrávik hraðadreifingar  $s_1$  og 85%-hraðann  $V_{85,1}$ , en hin með úrtaksstærð  $n_2$ , staðalfrávik hraðadreifingar  $s_2$  og 85%-hraðann  $V_{85,2}$ , má gera tilgátupróf til að kanna hvort marktækur munur sé á niðurstöðunni um 85%-hraða.

Hou o.fl. (2011) leiddu út eftirfarandi formúlu fyrir prófstærðinni:

$$t = \frac{V_{85,1} - V_{85,2}}{1,53\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}} \quad (2.38)$$

Núlltilgátan er  $V_{85,1} = V_{85,2}$  og gagntilgátan  $V_{85,1} \neq V_{85,2}$ . Höfnunarsvæðið er  $|t| > t_{\alpha/2,r}$ .  $r$  er frítala  $t$ -dreifingarinnar og er hún hér:

$$r = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}, \quad r \text{ er lækkað niður í næstu heiltölu} \quad (2.39)$$

Núlltilgátunni er hafnað ef prófstærðin  $t$  lendir á höfnunarsvæði (Birgir Hrafnkelsson, 2007; Ross, 2009).

## Notkun punkthraðamælinga

Gögn úr punkthraðamælingu má nota til að ákvarða hraðatakmarkanir eða hraðaeftirlit og til að meta árangur af slíku eftirliti, til að meta vegferilinn s.s. hvort beygjuradúi eða langhalli er hæfilegur, skoða samband hraða og slysa, sjá þróun í ökuhraða og til að sannreyna kvartanir um ökuhraða. Þegar skoða á þróun í ökuhraða eru almennt valdir mælistaðir á til-  
tölulega beinum og flötum vegköflum, en annars fara mælistaðir alveg eftir tilgangi mælingar hverju sinni. Almennt eru mælingar gerðar þegar umferð er í frjálsu flæði, sjá kafla 2.3.4 og því ekki á asatíma (Garber & Hoel, 2010).

### 2.4.4 Hraðastikar

Ökuhraði ræður miklu um öryggi vegar því slys verða því alvarlegri sem ökuhraði er meiri (Nilsson, 2004). Ökuhraði ræður einnig miklu um hönnun vegar, sbr. kafla 2.3 hér að fram-  
an. Þannig að um leið og æskilegt er að halda ökuhraða innan einhverra marka með hraðatak-  
mörkunum þá er nauðsynlegt að gera veginn sem öruggastan fyrir þann ökuhraða sem öku-  
menn aka á.

#### Hönnunarhraði

Hönnunarhraði var fyrst kynntur til sögunnar á fjórða áratug síðustu aldar í Bandaríkjunum og kom hann inn í veghönnunarreglur þar árið 1954 (Leisch & Leisch, 1977). Hönnunar-  
hraði ( $V_h$ ) er sá hámarkshraði umferðar sem vegur eða vegkafla er hannaður fyrir (Vega-  
gerðin, 2010b, 3-3). Hann er sá hraði sem vanur ökumaður getur haldið með fullkomnu ör-  
yggi á viðkomandi vegi (Guðmundur Arason o.fl., 1974) í bleytu (Mannering o.fl., 2005).  
Ýmsir stikar vegferilisins takmarkast af hönnunarhraða (Garber & Hoel, 2010; Lamm o.fl.,  
1999). Hönnunarhraði er því einn fyrsti stikinn sem ákveðinn er í hönnunarferlinu (Garber  
& Hoel, 2010). Val á hönnunarhraða byggist á hlutverki vegarins í vegakerfinu og því um-  
ferðarflæði sem sóst er eftir, en er einnig háð landfræðilegum staðháttum og kostnaði. Val  
á hönnunarhraða tekur gjarnan mið af leyfilegum hraða eða áætlunarhraða, sjá hér á eftir.  
Hönnunarhraði ákvarðar marga stika vegferils s.s. beygjur, langhalla, háboga og lágboga  
skv. skoðun á veghönnunarreglum margra landa (Lamm o.fl., 1999).

#### Áætlunarhraði

Áætlunarhraði (d. planlægningshastighed),  $V_p$ , er nýtt hraðahugtak sem kemur fyrir í nýj-  
ustu útgáfu danskra veghönnunarreglna. Skilgreiningin er eftirfarandi lauslega snarað:

„Áætlunarhraði,  $V_p$ , er sá hraði sem vegayfirvöld hafa ákveðið að vegfarendur fari á, og er það gert með tilliti til þess hversu greið og örugg umferðin verði og m.t.t. til umhverfis. Gengið er út frá að  $V_p$  gildi fyrir langa samfellda vegkafla.  $V_p$  getur verið jafn leyfilegum hraða eða leiðbeinandi hraða. Hönnunarhraði er hraðinn sem ákveðið er að hanna eftir og er hann ekki lægri en  $V_p$ .“ (Vejdirektoratet, 2012a).

Í nýjustu útgáfu þýskra veghönnunarreglna kemur þetta sama hugtak fyrir (þ. Planungsgeschwindigkeit) en þar segir lauslega snarað: „Á grundvelli umferðaröryggis og umferðargæða skulu vegir þannig gerðir að þeir verði eknir á jöfnum hraða og hæfilegum miðað við hlutverk vegarins í vegakerfinu. Þessi hraði ræðst af vegflokki og vegalengdum í reglum“. ... „Með það að markmiði að vegir í hverjum hönnunarflokki verði með staðlaða útfærslu er fastur áætlunarhraði fyrir hvern hönnunarflokk og fer hann eftir hlutverki vegarins í vegakerfinu. Áætlunarhraði ákvarðar aflfræðileg mörk hönnunarstika. Áætlunarhraði er ekki sá sami og leyfilegur hámarkshraði skv. umferðarreglum.“ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2012).

### 85%-hraði

Almennt er litið svo á skynsamir ökumenn aki á hraða sem er milli 15% og 85% hlutfallsmarks hraðadreifingarinnar, að hraði fyrir ofan það bil sé óöruggur miðað við aðstæðurnar en að hraði fyrir neðan bilið hindri umferðarflæðið og stuðli þannig að hættulegu ökulagi (Choueiri & Lamm, 1987; Roess o.fl., 2004). Finnisk athugun hefur sýnt fram á að ef engin hraðatakör eru á vegi en síðan sett upp hraðaskilti skv. mældum 85%-hraða þá verður engin breyting á hraðanum á veginum (Þorsteinn Þorsteinsson, 1985). Þess vegna er 85%-hraði algengasti stikinn sem notaður er til að lýsa því hvernig notendurnir nota veginn. Stikinn er notaður í umferðarverkfræði þegar fjallað er um umferð og þjónustustig. Einnig ákvarðar 85%-hraði þá stika vegferils sem ráðast skulu af raunhraða, s.s. þverhallabreytingar og nauðsynlega vegsýn og þarfleiðandi háboga, skv. skoðun á veghönnunarreglum margra landa (Lamm o.fl., 1999).

Hér er skilgreining á 85%-hraða úr þýskum veghönnunarreglum í þeirri útgáfu þeirra sem stikinn var síðast skilgreindur (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 1995), en það er sama skilgreining og notuð hefur verið almennt í erlendum rannsóknum á sambandi 85%-hraða og hönnunarstika (Hassan o.fl., 2011; Lamm o.fl., 1999):

85%-hraði er sá hraði sem 85% fólksbifreiða í frjálsum flæði og á blautri akbraut er ekið á eða innan við.

Hjá Lamm o.fl. (1999) er gefin sú ástæða fyrir blautri akbraut að þá sé hún sleipari og við þær aðstæður skulu hönnunarhraði og núningsstuðlar miðaðir. Þar er einnig tekið fram að akbrautin skuli vera hrein. Á ensku er hugtakið kallað „operating speed“ eða nákvæmar orðað er 85%-hraði algengasti mælikvarðinn á „operating speed“ sem er skv. bandarískri skilgreiningu sá hraði sem ökumenn velja við frjálst flæði (AASHTO, 2004). Í þýsku veghönnunarreglunum heitir hugtakið „Geschwindigkeit  $V_{85}$ “, en einnig kemur þar fyrir „85%-Geschwindigkeit“, þ.e. 85%-hraði. Talað er um áttatíuogfimmþúsundhraða í máli Vegagerðarmanna og þess vegna er heitið 85%-hraði valið hér.

### Leyfilegur hraði

Hraðaskilti sýna leyfilegan hámarkshraða,  $V_{sk}$ , sem er sá hraði sem ekki á að fara yfir og sá hraði sem ætti að aka á við kjöraðstæður skv. Lamm o.fl. (1999, 8.9). Ákvæði um öku-



hraða eru í umferðarlögum (Umferðarlög nr. 50/1987). Þar eru almennar reglur um ökuhraða sem eru m.a.:

Ökuhraða skal jafnan miða við aðstæður með sérstöku tilliti til öryggis annarra. Ökumaður skal þannig miða hraðann við gerð og ástand vegar, veður, birtu, ástand ökutækis og hleðslu, svo og umferðar- aðstæður að öðru leyti. Hraðinn má aldrei verða meiri en svo að ökumaður hafi fullt vald á ökutækinu og geti stöðvað það á þeim hluta vegar fram undan, sem hann sér yfir og áður en kemur að hindrun, sem gera má ráð fyrir. Þegar skipt er frá háum ljósgeisla í lágan skal aðlaga ökuhraða hinu breytta sjónsviði. Sérstök skylda hvílir á ökumanni að aka nægilega hægt miðað við aðstæður: ... við blindhæð eða annars staðar þar sem vegsýn er skert, ... þegar vegur er blautur eða háll, ....

Og þar eru eftirfarandi ákvæði um almennar hraðatakmarkanir:

Í þéttbýli má ökuhraði ekki vera meiri en 50 km á klst. Utan þéttbýlis má ökuhraði ekki vera meiri en 80 km á klst., þó 90 km á klst. á vegum með bundnu slitlagi. Ákveða má hærri hraðamörk á tilteknum vegum, þó eigi meira en 100 km á klst., ef aðstæður leyfa og æskilegt er til að greiða fyrir umferð, enda mæli veigamikil öryggissjónarmið eigi gegn því. Ákveða má lægri hraðamörk þar sem æskilegt þykir til öryggis eða af öðrum ástæðum.

Auk þess eru í lögnum ákvæði um hraðatakmarkanir sérstakra gerða ökutækja.

Ákvarðanir um lægri eða hærri hraðatakmarkanir á þjóðvegum í dreifbýli tekur Vegamálastjóri lögum samkvæmt (Umferðarlög nr. 50/1987). Tillögurnar byggjast t.d. á slysaástandi og umferð. Þær gætu líka byggst á mældum 85%-hraða, sbr. eðli 85%-hraða sem lýst er fram- ar og eru til dæmi um að hönnunarreglur (s.s. þýskar og sænskar) hafi kveðið á um að ef 85%-hraði er hærri en hönnunarhraði skuli skilta miðað við 85%-hraða (Choueiri & Lamm, 1987).

#### Leiðbeinandi hámarkshraði

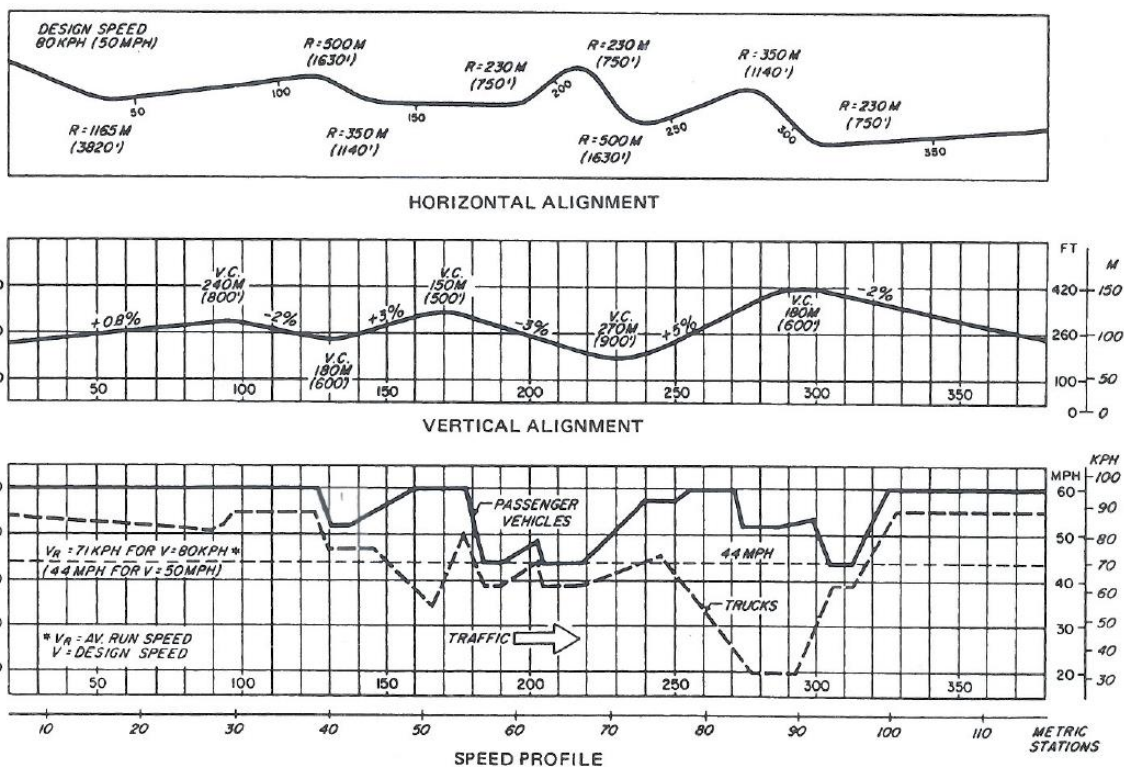
Skilti með leiðbeinandi upplýsingum um ökuhraða hafa verið sett upp á tilteknum stöðum á þjóðvegum á Íslandi. Merkin eru sett upp þar sem ástæða þykir til að vekja athygli á að akstur á leyfðum hámarkshraða sé óráðlegur vegna akstursaðstæðna, svo sem vegna krappa beygja, blindhæða, brattru brekkna eða annars þess sem hættu getur fylgt. Tilgangurinn er að upplýsa vegfarendur um öruggan ökuhraða en gert er ráð fyrir að skiltin gagnist mest óreyndum ökuhöfðum og ferðamönnum (Umferðarstofa, án dags.).

#### 2.4.5 Jafn ökuhraði og samkvæmni í vegferli

Vegferill sem hannaður hefur verið fyrir vissan hönnunarhraða, verður alltaf kaflaskiptur að því leyti að á kröppustu eða bröttustu elementunum verður hönnunarhraðinn ótvírætt sá sem lagt var upp með, en flatari og víðari element kaflans gætu mögulega uppfyllt hærri hönnunarhraða. Þegar hönnunarhraði er lægri en sá hraði sem ökumenn vilja aka á draga þeir úr og auka hraðann í sífellu. Margir þýskir og bandarískir sérfræðingar hafa haldið því fram að skyndilegar breytingar á ökuhraða leiði til slysa, einkum á tveggja akreina vegum, og slysgreining hefur bent til þess að slysatíðni í beygjum aukist eftir því sem meira þarf að draga úr hraða frá beinum kafla til beygju og að þennan ójafna hraða megi að miklu leyti rekja til eiginleika vegarins. Þótti þeim því ástæða til að bæta ákvæði inn í hönnunarreglur til að tryggja meiri samkvæmni í vegferli (þ. eine gleichmäßige Form des Ausbaues/ Stetigkeit in der Folge der Radiengrößen, e. consistency in alignment/consistent alignment) þannig að ökuhraði verði jafnari og öryggi vega aukist (Köppel & Bock, 1970; Lamm o.fl., 1999; Leisch & Leisch, 1977). Umferðarflæðið hefur líka sýnt sig að batna um leið (Hassan o.fl., 2011).

Í þýskum veghönnunarreglum frá árinu 1963 var fyrst gerð krafa um samkvæmni í vegferli til að ná fram sem jöfnustum ökuhraða yfir lengri vegkafla. Þar voru ekki nein tölugildi nefnd. Í útgáfu reglnanna árið 1973 kom hugtakið 85%-hraði fyrst fyrir. Var þar sett krafa um að skoða 85%-hraðann og fylgdi með aðferð til að meta hann sem fall af beygjugráðu (CCR) og akreinabreidd, skv. rannsókn Köppel og Bock (1970). Var tilgangurinn að tengja saman raunverulegan ökuhraða og hönnunarhraða og einnig að athuga mismun í raunverulegum ökuhraða milli aðliggjandi elementa. Í rannsókninni höfðu verið gerðar hraðamælingar í beygjum með misstóra planboga og vegbreidd en lítinn langhalla. Skoðuð var bæði beygjugráða vegkafla (CCR) og radíi og tengibogi stakrar beygju. Var niðurstaðan að samband hraða væri sterkara við beygjugráðu vegkafla. Lagðir voru til hönnunarhraðaflokkar eftir beygjugráðu og mælt með því að hönnunarhraða væri breytt á köflum eftir því hver beygjugráðan var. Út frá slysarannsóknum var einnig sett fram graf fyrir góð og síður góð stærðarhlutföll tveggja aðliggjandi beygja (Köppel & Bock, 1970; Lamm o.fl., 1999).

Bandaríkin og Sviss fóru að gera kröfu um að teikna hraðasnið meðalhraðans eftir árið 1977 (Lamm o.fl., 1999), en hraðasnið er graf sem sýnir ökuhraða eftir lengd í línu vegar, sjá dæmi á mynd 2.8. Leisch og Leisch (1977) kynntu þessa aðferð til sögunnar í Bandaríkjunum. Sögðu þeir að ef hönnunarhraði er eins hár eða hærri en hraðinn sem ökumenn vilja aka á sé ójafn hraði ekki vandamál, en á vegum þar sem hönnunarhraði er lægri myndi jafnari ökuhraði nást ef bætt væri við beygjum eða beygjur krepptar þar sem það ætti við. Í stuttu máli var aðferðin að teikna hraðasnið af meðalhraða, sem byggðist á samböndum, sem þeir leiddu út frá takmörkuðum mælingum og rannsóknum að viðbættum fræðum og reynslu, og krafan skyldi vera að meðalhraði héldist innan tiltekinna marka.



Mynd 2.8 Reiknað hraðasnið (Leisch & Leisch, 1977).

Í öðrum löndum var ekki byrjað fyrir en í byrjun 9. áratugarins að athuga raunverulegan ökuhraða þegar hannað var (Lamm o.fl., 1999).

Nýrri rannsóknir hafa bent til þess að heppilegra sé að miða við stakt vegelement (beygju eða beina línu) heldur en vegkaflann, sjá skýringu um beygjugráður í kafla 2.3.2 í Lamm o.fl. (1999), og það hefur verið fundið út að sá stiki sem útskýrir mest breytileikann í  $V_{85}$  sé beygjugráða stakrar beygju,  $CCR_S$ . Í praksís er mælt með að notast við samband  $V_{85}$  við  $CCR_S$  og akbrautarbreidd (Lamm o.fl., 1999). Skýrist það að hluta til af einfaldleika en hluta til af því að stíkar eins og vegsýn og þverhalli séu háðir beygjugráðu og langhalli hafi sýnt sig að hafa ekki áhrif á hraða fólksbíla ef hann er innan  $\pm 5-6\%$ .

## Öryggisviðmið

Til að meta öryggi vegferils settu Lamm o.fl. (1999) í lok 9. áratugarins fram tvö viðmið sem eiga sér í lagi við um tveggja akreina vegi í dreifbýli:

- Öryggisviðmið I – samkvæmni í hönnun:  
Að mismunur á ökuhraða og hönnunarhraða sé innan vissra marka.
- Öryggisviðmið II – samkvæmni í ökuhraða:  
Að mismunur á ökuhraða tveggja samliggjandi vegkafla sé innan vissra marka.

Tafla 2.3 Flokkunarkerfi fyrir öryggisviðmið I.

Flokkur	Skilyrði
Góð hönnun:	$ CCR_{Si} - \overline{CCR_S}  \leq 180 \text{ gon/km}$ $ V_{85i} - V_h  \leq 10 \text{ km/h}$
Sæmileg hönnun:	$180 \text{ gon/km} <  CCR_{Si} - \overline{CCR_S}  \leq 360 \text{ gon/km}$ $10 \text{ km/h} <  V_{85i} - V_h  \leq 20 \text{ km/h}$
Vond hönnun:	$ CCR_{Si} - \overline{CCR_S}  > 360 \text{ gon/km}$ $ V_{85i} - V_h  > 20 \text{ km/h}$

þar sem  $i$  táknar tiltekna beygju eða beinan kafla á veglínu.

Tafla 2.4 Flokkunarkerfi fyrir öryggisviðmið II.

Flokkur	Skilyrði
Góð hönnun:	$ CCR_{Si} - CCR_{Si+1}  \leq 180 \text{ gon/km}$ $ V_{85i} - V_{85i+1}  \leq 10 \text{ km/h}$
Sæmileg hönnun:	$180 \text{ gon/km} <  CCR_{Si} - CCR_{Si+1}  \leq 360 \text{ gon/km}$ $10 \text{ km/h} <  V_{85i} - V_{85i+1}  \leq 20 \text{ km/h}$
Vond hönnun:	$ CCR_{Si} - CCR_{Si+1}  > 360 \text{ gon/km}$ $ V_{85i} - V_{85i+1}  > 20 \text{ km/h}$

þar sem  $i$  táknar tiltekna beygju eða beinan kafla á veglínu.

Öryggisviðmið I og II eru þannig til komin að á 8. áratugnum voru gerðar rannsóknir á stórum slysa gagnasöfnum frá Þýskalandi og víðar. Þýska gagnasafnið taldi 14.200 slys (öll óhöpp hvort sem meiðsl urðu eða ekki) eða álíka mörg og urðu á ellefu ára tímabili, 2003–2013, á dreifbýlisþjóðvegum á Íslandi (Vegagerðin, 2015a). Niðurstaðan var að

slysatiðni og alvarleiki slysa lækkar ef öryggisviðmið I og II eru uppfyllt. Í sömu slysrannsóknnum var settur mælikvarði á góða, sæmilega og vonda hönnun. Hugmyndin að baki honum var að tengja slysatiðni við hönnun vegferilsins. Skoðað var til hvaða slysatiðni það svaraði þegar vegferill var gerður með lágmarksgildum veghönnunarreglna. Var það kallað vond hönnun að uppfylla ekki reglur um lágmarksstika, en sæmileg hönnun ef reglurnar voru uppfylltar. Því næst var mælt með því fyrir nýja hönnun að miða við helmingi lægri slysatiðni og var það kallað góð hönnun. Þá voru gögnin skoðuð með tilliti til hönnunarhraða, ökuhraða og slysatiðni og einnig skoðuð beygjugráða og slysatiðni og fengust þá tölugildi fyrir tvenns konar mælikvarða á góða, sæmilega og vonda hönnun eins og sýnt er í töflum 2.3 og 2.4. Annar mælikvarðinn er sá að beygjugráða stakrar planbeygju víki ekki um of frá meðalbeygjugráðu vegkaflans annars vegar og frá beygjugráðu næstu beygju á veglínunni hins vegar. Ákvarðast vegkafla þá af því að vera kafla með svipuð einkenni. Hinn mælikvarðinn er að 85%-hraði á sérhverju elementi á veglínunni víki ekki um of frá hönnunarhraða vegarins annars vegar og frá 85%-hraða næsta elements hins vegar. Skv. rannsókninni svara þessir tveir mælikvarðar hvor til annars.

Mælt var með að hanna nýja vegferla þannig að þær uppfylltu góða hönnun, en við endurbætur á vegferli skyldi nægja að vegferill sem félli undir sæmilega hönnun væri skiltaður eða eftirlit hert til að koma 85%-hraðanum inn fyrir mörk góðrar hönnunar, en vegferill sem félli undir vonda hönnun skyldi endurhannaður nema endurhönnun væri ekki möguleg en þá skyldi grípa til strangra aðgerða s.s. þrenginga eða hraðamyndavélaeftirlits (Lamm o.fl., 1999).

## Jafn ökuhraði/samkvæmni í vegferli í veghönnunarreglum

Ýmis lönd, þar á meðal Ísland, hafa sett ákvæði í veghönnunarreglur um að athuga og leiðrétta vegferil áður en hönnun hennar er lokið til að ökuhraði verði síður ójafn. Í reglum sumra landa eru leiðbeiningar sem stuðla að samkvæmni í vegferli eða vegferli sem samræmist væntingum ökumanna. Hér á eftir er upptalning fyrir nokkur nágrannalönd sem byggist að mestu á samantektarskýrslunni (Hassan o.fl., 2011) og á skoðun á veghönnunarreglum landanna, sem takmarkaðist af tungumálakunnáttu og aðgengileika á veraldarvefnum. Listinn er því ekki tæmandi.

### Þýskaland:

Krafan um að meta 85%-hraða út frá gefnu sambandi hans við beygjugráðu (*CCR*) og akbrautarbreidd hefur verið í þýskum veghönnunarreglum síðan 1973. Árið 1995 var því bætt við að skipta nýjum vegum í kafla með svipaða veglínu, þ.e. svipað *CCR*, og umreikna *CCR*-gildið yfir í 85%-hraða með fyrrnefndu sambandi og þá skyldi breyting 85%-hraða frá einum kafla til þess næsta vera innan tiltekinna marka. Fyrir stutta vegi eða endurbyggingu skyldi reikna 85%-hraða hvorrar beygju út frá sambandi hans við radía beygjunnar og akbrautarbreidd (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 1995; Hassan o.fl., 2011).

Í nýjustu útgáfu reglnanna er kynnt ný nálgun á hönnun. Í reglunum eru settir fram hönnunarflokkar án vísunar til 85%-hraða sem gerir 85%-hraðahugtakið þar með úrelt í veghönnun (Hassan o.fl., 2011). Hönnunin byggist á hönnunarflokkum sem hver hefur sinn áætlunarhraða, en hönnuðurinn þarf aðeins að taka tillit til hönnunarflokks og þarf ekki að hugsa um neinn hraða. Hönnunarflokkar ákvarðast af legu vegarins (þéttbýli eða dreifbýli), hlutverki hans (þ.e. hvað hann tengir, t.d. borg við borg, borg við þorp o.s.frv.) og umferð aðeins ef hún er óvenjumikil eða óvenjulítill. Hönnunarflokkurinn segir svo til um leyfilega

stika vegferilsins og loks ráðast hraðatakmörk af hönnuninni (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2012). Stikarnir ráðast af sömu aflfræði og áður, en hönnuð-urinn þarf ekki að hugsa um hana. Útlit vegar í hverjum hönnunarflokki verður alltaf svipað, m.a. hvað varðar vegferil, og ökumenn fara að þekkja sig í flokkunum. Hönnun eins og hún hefur farið fram út frá hönnunarhraða hefur hins vegar getað skilað mjög ólíkri útkomu.

#### Bandaríkin:

Bandaríska vegastjórnsýslan (Federal Highway Administration, FHWA) hefur útbúið gagnvirkt líkan sem metur 85%-hraða fólksbifreiða ásamt hröðun inn og út úr beygjum. Skv. þessu líkani er 85%-hraði háður radía planboga og langhalla, en hröðun inn og út úr beygjum er fall af radía bogans og auk þess er 85%-hraði á beinum köflum þar sem hámarkshraði er undir 64 km/h háður skiltuðum hraða, lengd beina kaflans, radía beygjunnar á undan og öryggiseinkunn hliðarsvæðis vegar. Byggist þetta líkan á niðurstöðum úr rannsókn Fitzpatrick o.fl., „Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways“, Report FHWA-RD-99-171, 2000, ásamt viðbótarránnsóknum FHWA fyrir uppfærslur árin 2008 og 2010 (Hassan o.fl., 2011).

Í hönnunarreglum sambands vegayfirvalda fylkja Bandaríkjanna (American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO) byggist hönnun vegferils á hönnunarhraða. Í reglunum er fjallað í orðum um tengsl hönnunarhraða við 85%-hraða og um samkvæmni í vegferli. Þar segir m.a., lauslega snarað: „Hönnunarhraði skal vera rökréttur m.t.t. landslags, vænts 85%-hraða (e. operating speed), landnotkunar meðfram vegi og vegflokks. Hönnun skal vera sem best samsetning af öryggi, umferðarrýmd, auðveldleika og einsleitni (e. homogeneity) fyrir notandann og ánægjulegu umhverfi. Hlykkjóttur vegferill með stuttum beygjum leiðir til mistaka við akstur. Langar beinar línur eru nauðsynlegar til að vegsýn við framúrakstur sé næg. Forðast skal lágmarksradía alls staðar sem hægt er og almennt skal leitast við að hafa mjúkar beygjur. Hafa skal sem minnsta stefnubreytingu í hverri beygju og láta sem lengsta beygju taka upp stefnubreytinguna. Alltaf á að leitast við að ná sem mestri samkvæmni í vegferli. Forðast skal krappar beygjur á eftir beinum línunum. Forðast skal snögga breytingu frá kafla með mjúkum beygjum til kafla með kröppum beygjum. Ef þörf er á krappri beygju ætti að fara á undan röð af sífelldum krappari beygjum.“ Auk þess er fjallað um samspil láréttar legu og hæðarlegu og gefnar leiðbeiningar s.s. að ekki skuli hafa mjúka lárétta legu á kostnað langs eða bratts halla né heldur hafa krappar beygjur í flötu landi (AASHTO, 2004).

#### Noregur:

Í norskum veghönnunarreglum frá 1992 er fjallað um hraðasnið og  $V_{85}$  (Statens vegvesen, 1992). Á þessu var gerð breyting árið 2008. Hugtökin  $V_{85}$  og hraðasnið eru áfram á hugtakalista, en annars koma þau ekki fyrir í reglunum og ekki heldur hugtökin hönnunarhraði eða áætlunarhraði. Í staðinn grundvallast val á vegflokki á skiltuðum hraða og umferð. Töflur eru fyrir hvern vegflokk yfir lágmarksstika vegferils (Statens vegvesen, 2008a). Um flokkana segir í skýringarriti við veghönnunarreglur, lauslega snarað: „Við skiltaða hraðann á að bæta hraðaviðbót (n. fartstilllegg) til að fá hönnunarhraðann og auk þess á að bæta við, eftir stærð radía, hraðasniðs viðbót (n. fartsprofiltilllegg) sem er 0 fyrir minnstu radía og 10 km/h fyrir stærstu radíana í töflunni fyrir viðkomandi vegflokk“ (Statens vegvesen, 2008b).

### Svíþjóð:

Í sænskum veghönnunarreglum er hönnunarhraði (s. referenshastighet) stikinn sem ræður m.a. vali á lágmarkssjónlengdum og lágmarksradíum í lárétrri og lóðrétrri legu vegar, kennisniði vegar og gerð vegamóta. Skal hönnunarhraðinn yfirleitt vera jafn leyfilegum hraða fólksbifreiða (Trafikverket, 2012c). Ekki er minnst á 85%-hraða í sænskum veghönnunarreglum (Trafikverket, 2012a, 2012b, 2012c).

Í reglunum er hraðasnið einn þeirra þátta sem taldir eru upp að ráði vegferlinum. Þar er að finna gröf yfir hversu langa vegalengd ökutæki notar til að fara úr einum hraða í annan í mismunandi langhalla og gröf yfir hraða ökutækja í beygju, eftir radía og akreinarbreidd til að nota til að teikna hraðasnið (Trafikverket, 2012c). Gerð hraðasniðs var hins vegar lýst ítarlegar með sýnidæmi í fyrri útgáfu reglnanna (Vägverket, 2004). Aðeins er gerð krafa um að teikna hraðasnið fyrir rampa mismögulegra gatnamóta (Trafikverket, 2012a).

Í reglunum er að finna kröfur um að hanna veginn þannig að vegfarendum verði ljóst hvert hlutverk vegarins er og leyfilegur hraði. Talin eru upp atriði sem hafa áhrif á þetta og er vegferillinn eitt þeirra. Vegurinn og umhverfið á að gefa sjónrænt til kynna hæfilegan hraða, akstursmáta og hvernig vegferillinn verður framundan. Þar sem mögulegt er skal taka tillit til orkunotkunar umferðarinnar með því að vegferillinn bjóði upp á jafnan ökuhraða og ekki hærri en leyfilegan hraða. Hæðóttur og/eða krókóttur vegferill vinnur gegn jöfnum ökuhraða og beinn vegur býður upp á hærri ökuhraða (Trafikverket, 2012a). Í ráðleggingum er nefnt að almennt skuli forðast langa beina kafla á hraðbrautum, en ekki er minnst á þetta atriði varðandi tveggja akreina vegi (Trafikverket, 2012b).

### Danmörk:

Í dönskum veghönnunarreglum byggist stór hluti hönnunar á hraðastikum (Vejdirektoratet, 2012a) og hámarks- og lágmarksstíkar vegferils byggjast á áætlunarhraða og hönnunarhraða (Vejdirektoratet, 2012b).

Í reglunum eru auk þess ákvæði um lárétta legu og segir þar m.a. lauslega snarað: Ef beygjur með litlum radía eru á eftir beinni línu eða stórum radía þarf að taka sérstakt tillit til slyshættu.“ (Vejdirektoratet, 2012b). „Á stórum og flötum svæðum getur verið freistandi að leggja veginn eftir beinni línu. M.t.t. öryggis skal setja beygjur, þó svo víðar að vegfarendur upplifi einsleitni svæðisins (d. det langstrakte og ensartede), en þó ekki svo víðar að þær líti út sem illa lagðar beinar línur, þá eru beinar línur betri. Meðfram beinum skógarjöðrum, járnbrautarteinum og háspennulínunum er oftast hentugt að leggja veginn eftir beinum línunum.“ Einnig er fjallað um að hluti ökumanna aki hraðar en  $V_p$  og bent á að hvaða leyti eigi að taka tillit til þess við hönnun vegferils og er þá sérstaklega nefnd vegsýn á vegamótum og vegsýn þar sem framúrakstur er. Gefnar eru leiðbeiningar í þessu sambandi um hversu miklu hærri hönnunarhraði á að vera en áætlunarhraði og kemur væntur 85%-hraði þá með í reikninginn (Vejdirektoratet, 2012a).

### Bretland:

Kaflinn um vegferil í breskum veghönnunarreglum er frá árinu 2002. Hönnunarhraði er ákvarðandi stíki og 85%-hraði kemur beint inn í ákvörðun á hönnunarhraða. Annars er ekki fjallað um 85%-hraða í reglunum, en það er í gangi (árið 2002) rannsókn á honum á vegum breskra vegayfirvalda (Highway Agency) (Psarianos & Garcia, 2011).

Frakkland og Grikkland:

Í frönskum og grískum reglum um hönnun vegferils er samband 85%-hraða við hönnunarstika gefið upp með formúlum og er hann háður akbrautarbreidd, langhalla og planboga (radía í Frakklandi en beygjugráðu stakrar beygju ( $CCR_s$ ) í Grikklandi) (Psarianos & Garcia, 2011).

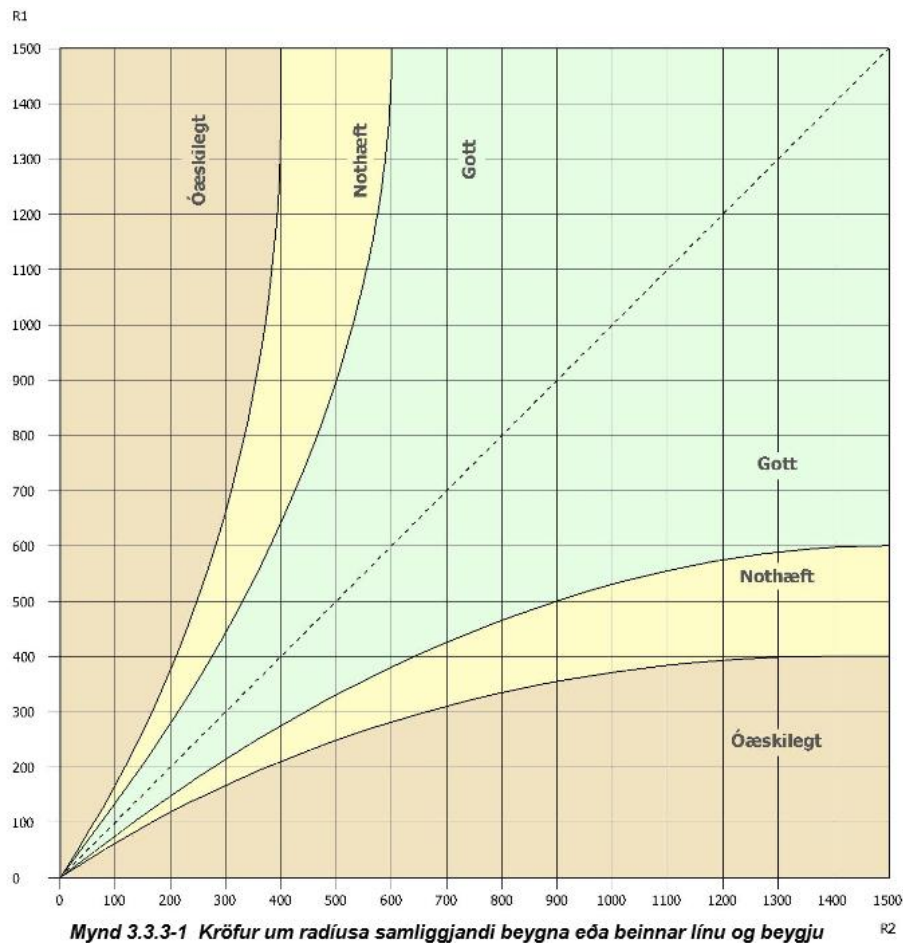
Sviss, Ítalía og Austurríki:

Í svissnesku veghönnunarreglunum er kaflinn um vegferil frá árinu 1991 og þar er krafa um að teikna hraðasnið af aflfræðilegum hámarkshraða,  $V_p = \sqrt{127 \cdot R \cdot (f_R + e)}$  (jafnan er annar ritháttur á jöfnu (2.21), þar sem  $p$  stendur fyrir „projekt“ og til þess er gert ráð fyrir ákveðinni hröðun og hröðunarvegalengd. Hámark er á hversu mikill breytileiki má vera í hraðanum  $V_p$ . Ítölsku og Austurrísku veghönnunarreglurnar hafa svipað ákvæði. Skv. óformlegum upplýsingum hyggst Austurríki í framtíðinni taka upp stefnu Þjóðverja, þ.e. að 85%-hraði verði óþarfur við hönnun vegferils (Psarianos & Garcia, 2011).

Ísland:

Í kaflanum Vegferill í veghönnunarreglum Vegagerðarinnar frá 1.8.2010 eru kröfur um jafnan ökuhraða. Kröfurnar koma fram í undirköflum sem heita Hönnunarhraði annars vegar og Hringbogi hins vegar og eru þær svohljóðandi (Vegagerðin, 2010b, 3-3 og 3-4):

Við hönnun skal þess gætt að raunhraði á veginum geti orðið sem jafnastur og þær hraðabreytingar sem nauðsynlegar kunna að vera vegna vegferils verði ekki of miklar. Því skal fara eftir mynd 3.3.3-1.



Æskilegt er að hönnunarhraði breytist í takt við breytingar á leyfðum hraða og að breytingarnar séu ekki meiri en 20 km/klst. í hvert sinn.

Almennt skal nota eins stóra radíusa hringboga og unnt er m.a. með tilliti til landslags (útlits) og kostnaðar. Þó skal þess jafnframt gætt að sá hraði sem 85 % vegfarenda ekur á eða innan við ( $V_{85}$ ) víki ekki um of frá hönnunarhraða ( $V_h$ ) vegarins, sbr. kafla 3.2.

Í kröfunni er talað um 85%-hraða sem þann hraða sem 85% vegfarenda ekur á eða innan við. Samanborið við þá skilgreiningu sem miðað er við í þessu verkefni, sjá kafla 2.4.4 hér að framan, er hér ekki einskorðað við fólksbíla, frjálst flæði eða blauta akbraut.

Í eldri útgáfu veghönnunarreglna Vegagerðarinnar (2001) voru þessar kröfur orðaðar á ítarlegri hátt:

Við hönnun skal þess gætt að raunhraði á veginum geti orðið sem jafnastur og þær hraðabreytingar sem nauðsynlegar kunna að vera vegna vegferils verði ekki of miklar. Eftirreikna skal væntanlegan ferðahraða með því að reikna hraðasnið veglínunnar og skal þá miðað við 85 % hraða ( $V_{85}$ ) vegarins, þ.e. þann hraða sem 85 % óhindraðar [sv0] umferðar heldur sig á, eða innan, á hreinni blautri akbraut (Vegagerðin, 2001, 3-02).

Breyting reiknaðs ferðahraða milli aðliggjandi vegarkafla skal ekki vera meiri en 10 km/klst. Ef  $V_{85} \geq V_h + 10$  km/klst skal miða þverhalla, sjónlengdir og önnur atriði vegferilsins við útreiknaða hraðann. Ef  $V_{85}$  vegarkafla er meira en 20 km/klst hærrí en  $V_h$  ( $V_{85} - V_h > 20$  km/klst) skal annaðhvort hækka  $V_h$  eða gera ráðstafanir til að lækka  $V_{85}$  (Vegagerðin, 2001, 3-02).

Almennt skal nota eins stóra radíusa hringboga og unnt er með tilliti til landslags (útlits) og kostnaðar. Þó skal þess jafnframt gætt að sá hraði sem 85 % vegfarenda ekur á eða innan við ( $V_{85}$ ) víki ekki um of frá hönnunarhraða ( $V_h$ ) vegarins, sbr. blað 3-02 (Vegagerðin, 2001, 3-04).

Frá 2001 til 2010 er sem sagt búið að fella burt kröfuna um að reikna hraðasnið og einnig fella burtu mörk fyrir 85%-hraða. Í eldri útgáfunni er tiltekið að átt sé við 85%-hraða óhindraðrar umferðar (þ.e. frjálst flæði) en það hefur verið felld niður í nýju útgáfunni.

## 2.5 Líkön fyrir 85%-hraða

### 2.5.1 Áhrifaþættir

Aksturslag ræðst af fjölda áhrifaþátta, bæði af því sem ber fyrir augu ökumannsins við aksturinn og af reynslu hans og vana. Hafa margar rannsóknir verið gerðar síðan farið var að gera kröfur um 85%-hraða í veghönnunarreglum til að finna samband 85%-hraða við þessa þætti eins og lesa má um í bandarísku veghönnunar- og umferðaröryggishandbókinni *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook* (Lamm o.fl., 1999) og einnig er gott yfirlit yfir líkön fyrir 85%-hraða sem gerð voru á árabílinu 1977-2007 í Bandaríkjunum og Kanada, nokkrum Evrópulöndum utan Norðurlandanna, ásamt nokkrum löndum í öðrum heimsálfum að finna í samantektarskýrslunni *Modeling Operating Speed – Synthesis Report Report* (Hassan o.fl., 2011).

Á fjölakreina vegum er vegferillinn það víður að ekki hefur komið fram samband milli 85%-hraða og stika vegferilsins heldur gefur fyrrnefnd handbók upp að ákvarða megi 85%-hraða eftir hönnunarhraða þannig að ef hönnunarhraði er 100 km/h eða meira er 85%-hraði 20 km/h hærrí en hönnunarhraði, en fyrir lægri hönnunarhraða er 85%-hraði 30 km/h hærrí en hann. Á vegum í þéttbýli ræðst 85%-hraði meira af skiltum, þrengslum og ýmsum leiðum til hraðastjórnunar. Hann hefur þó sýnt sig að vera yfirleitt hærrí en hraðatakörk og



gefur sama heimild upp að við hönnun megi gera ráð fyrir að 85%-hraði sé 0, 10 eða 20 km/h hærri en skiltaður hraði. Viðbótin er því meiri sem hlutverk vegarins er stærra (vegurinn tengir stærri byggðakjarna). Fyrir tveggja akreina vegi hefur það hins vegar sýnt sig í mörgum rannsóknanna að 85%-hraði ræðst að töluverðu leyti af vegferlinum og fleiri stikum en líkönin sem hafa komið fram eru æði ólík. Auk þess breytist 85%-hraði með árunum eftir því sem ökutæki þróast og reynsla ökumanna eykst. Að spá fyrir um 85%-hraða á vegarkafla tveggja akreina vegar sem er í hönnun er því ekki mögulegt nema fyrir liggi rannsóknir sem byggjast á gögnum um hraða og áhrifaþætti sem svara nægilega vel til þess staðar og tíma sem um ræðir.

## 2.5.2 Um margfalda línulega aðhvarfsgreiningu

Áður en fjallað verður um fyrri rannsóknir og aðferðafræði þeirra er rétt að útskýra þá aðferð við aðhvarfsgreiningu gagna sem þar er oftast beitt.

Ef finna á samband milli breytna þar sem ein breyta,  $Y$ , sem kölluð er háða breytan er háð öðrum innbyrðis óháðum breytum,  $x_1, \dots, x_k$ , sem kallast þá óháðu breytturnar, er einfaldasta aðferðin línuleg aðhvarfsgreining (e. linear regression). Hún skilar líkani á forminu:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + e \quad (2.40)$$

þar sem  $\beta_i$  eru stuðlar sem fást með aðhvarfsgreiningunni og  $e$  er skekkja sem gert er ráð fyrir að hafi normlega dreifingu og meðaltal núll.

Ef aðeins er ein óháð breyta kallast það einföld aðhvarfsgreining (e. simple), annars margföld (e. multiple). Með aðferð minnstu kvaðrata (e. ordinary least squares, OLS) fæst þannig líkan að summa leifa í öðru veldi er lágmarkuð. Með leif er átt við mismuninn á mældu gildi á háðu breytunni og gildinu sem líkanið spáir (Ross, 2009).

Líkangerðina þarf að margendurtaka með mismunandi breytum með það að markmiði að fella út breytur sem eru ómarktækar (með lágt  $|t|$ -gildi), velja úr breytum sem eru innbyrðis háðar og fá að lokum eitt líkan með sem hæst skýringarhlutfall. Jafnan fyrir skýringarhlutfall er þessi:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 - \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i - \dots - \beta_k x_k)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2.41)$$

þar sem  $Y_i$  er gildið á  $Y$  í mælingu  $i$  og  $\bar{Y}$  er meðaltal allra mældra gilda.

Skýringarhlutfall segir til um hversu stór hluti dreifni háðu breytunnar er skýrður með óháðu breytunum. Til viðmiðunar fyrir gildi á  $R^2$  er eftirfarandi tafla:

Tafla 2.5 Flokkun á gildum á skýringarhlutfalli,  $R^2$ , byggð á Birgi Hrafnkelssyni (2007).

Bil	Fylgni
$R^2 = 0,0$	Engin
$0,0 < R^2 \leq 0,25$	Veik
$0,25 < R^2 \leq 0,64$	Miðlungs
$0,64 < R^2 \leq 1,0$	Sterk

$R^2$  hækkar þegar breytu er bætt í líkanið hvort sem hún er mikilvæg eða ekki og því er svokallað leiðrétt skýringarhlutfall notað fyrir margfalda aðhvarfsgreiningu:

$$\text{leiðr}R^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n - 1}{n - k} \quad (2.42)$$

þar sem  $n$  er stærð úrtaks og  $k$  er fjöldi óháðra breytna (Birgir Hrafnkelsson, 2007; Greene, 2011; Ross, 2009).

### 2.5.3 Rannsóknir, aðferðafræði þeirra og niðurstöður

Í bandarísku handbókinni (Lamm o.fl., 1999) er aðferðinni við að búa til líkan um 85%-hraða lýst svo:

1. Valdir eru staðir í vegakerfinu. Staðirnir þurfa að vera fjölbreytilegir, þannig að fáist sem mest mismunandi gildi á stikum vegferils, og staðirnir þurfa að uppfylla nokkur skilyrði, svo sem að vera utan áhrifa frá vegamótum, að ekki sé neitt í umhverfinu sem skapar hættu og að ársdagsumferð sé hæfileg eða 1.000–12.000 ökutæki/sólarhring.
2. Mældur er ökuhraði á hverjum stað á nægilegum fjölda fólksbíla í frjálsu flæði. Mælt er sem næst miðri beygju og í hvora akstursteftu fyrir sig. Mælingarnar þarf að framkvæma án þess að ökumenn verði þess varir. Mælingarnar skulu fara fram að degi til á virkum dögum og við góð veðurskilyrði.
3. Safnað er gögnum um planbeygju (stefnubreytingu á lengdareiningu), lengd beygju, þverhalla, vegsýn (að mælistað frá augapunkti ökumanns með sjónmati (Choueiri & Lamm, 1987)), akreinabreidd, langhalla, skiltaðan hraða og ársdagsumferð fyrir alla staðina.
4. Gerð er margföld línuleg aðhvarfsgreining á gögnunum. Með henni er fundið samband milli breytna á forminu  $V_{85} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$ , þar sem  $x_i$  eru þeir stikar úr lið 2 sem reynast marktækir og  $\beta_i$  eru stuðlar sem fást með aðhvarfsgreiningunni.

Þessi aðferð var t.d. notuð í umfangsmikilli rannsókn sem gerð var fyrir New York-fylki til að athuga áhrif hönnunarstika og umferðar á 85%-hraða og slysatíðni. Ítarleg skýrsla um rannsóknina er *Operating Speeds and Accident Rates on Two-Lane Rural Highway Curved Sections* (Choueiri & Lamm, 1987). Þar var safnað gögnum á 261 mælistað með  $CCR_5$  allt upp í rúmlega 900 gon/km og líkanið sem fékkst með margfaldri línulegri aðhvarfsgreiningu sýndi samband 85%-hraða við beygjugráðu, breidd akreinar, breidd axlar og ársdagsumferð með skýringarhlutfall 0,84. En samband hraðans við beygjugráðuna eina þótti þó jafnframt nothæft með litlu lægra skýringarhlutfall 0,79.

Í samantektarskýrslunni (Hassan o.fl., 2011) má lesa um margar nýrri rannsóknir, bæði minni og stærri. Sumar eru einskorðaðar við styttri vegkafla af ákveðinni gerð en aðrar ná yfir stór svæði s.s. yfir nokkur fylki innan Bandaríkjana. Fjöldi mælistaða er á bilinu átta til 158. Þegar á allt er litið sést að margir aðrir stikar hafa verið teknir með í reikninginn og reynst marktækir, s.s.

- breytur sem lýsa radía planbogans að tengibogum slepptum, þ.e. *DC* eða *1/R*,
- margs konar breytur um lögum vegferilsins á undan og eftir mælistaðnum,
- ökuhraði á undan og á eftir mælistaðnum,
- axlarbreidd og breidd slitlags og malar á öxl,
- breidd öryggissvæðis,
- hæðarbogar,
- fjöldi vegamóta á lengdareiningu,
- fjarlægð að næstu umferðarljósum,
- hlutfall þungra ökutækja
- stikar fyrir umhverfi vegarins,
- reynt hefur verið að taka samsetningar lárétrar legu og hæðarlegu til greina.

Mælt hefur verið á mörgum stöðum í beygju til að finna lágsta 85%-hraðann og önnur hlutfallsmörk en 85% hafa verið metin. Ólínulegar aðferðir til aðhvarfsgreiningar hafa verið reyndar. Líkönin sem hafa komið fram eru því eins og gefur að skilja mjög mismunandi, bæði breytur og stuðlar, með skýringarhlutfall frá veiku og upp í 0,99. Í einni rannsókn er dregin sú ályktun að 85%-hraði ráðist lítið af vegferlinum. Niðurstaða skýrslunnar er m.a. að enn eigi eftir að gera nægilega umfangsmikla rannsókn, bæði með enn fleiri mælistöðum í hverri beygju og enn fleiri breytum, auk þess sem rannsakendur þurfi að koma sér saman um samræmda aðferð og því spáð að sennilega yrði hún ekki línuleg. Ekki sé sýnt hvort 85%-hraði ráðist mikið eða lítið af vegferli.

Fjallað var í nokkrum fyrirlestrum um líkön fyrir 85%-hraða á alþjóðlegri ráðstefnu um hönnun vegferla sem haldin var á Spáni í júní 2010 (4th International Symposium on Highway Geometric Design, 2010) og er umfjöllunin jákvæð bæði um ný líkön og reynslu af líkönum.

Greinileg breyting á 85%-hraða með tíma hefur mælst, en með samanburði líkana í Þýskalandi sést að 85%-hraði jókst um u.þ.b. 1 km/h á ári að meðaltali yfir árabilið 1970-1993 (Lamm o.fl., 1999).

Dæmi um notkun 85%-hraðalíkans til að stuðla að samkvæmni í vegferli má finna í tímaritsgrein þar sem sagt er frá hönnun vegar í Bresku Kólumbíu í Kanada. Vegkaflinn var 6,9 km langur og samanstóð af 25 beygjum og 22 beinum köflum. Metinn var 85%-hraði með líkani Kanada og samkvæmnin í vegferlinum fundin með öryggisviðmiðum I og II (Sayed & de Leur, 2005).

### Hraðamæliaðferðir fyrir líkangerðina

Í rannsókn Choueiri og Lamm (1987) var notuð skeiðklukka og settar merkingar á akreininna með 50 m millibili. Skv. samantektarskýrslunni er algengast að nota ratsjá og aðeins er fjallað um eitt dæmi þar sem notuð var önnur aðferð og það var GPS-staðsetningartæki sem fest var á ökutækin (Dimaiuta o.fl., 2011; Perco, 2011; Psarianos & Garcia, 2011). Þá eru ratsjár almennt notaðar til að gera punkthraðamælingar (Texas Department of Transportation, 2012). Í ágripum frá Spánarráðstefnunni segir tvivegis að mælitækið hafi verið ratsjá, en skeiðklukka, myndbandsupptökuvél og færanlegar segulsviðsplötur einu sinni hvert og eru færanlegu plötur ekki taldar trufla umferð (4th International Symposium on Highway Geometric Design, 2010). Sænska vegastjórnsýslan (Trafikverket) lætur gera punkthraðamælingar með tveimur þrýstiloftsrörum (Gustafsson o.fl., 2012; Svedung, 2005; Vadeby & Forsman, 2010).

## Um úrtak í hraðamælingum

Eins og áður sagði á skv. aðferðinni að mæla hraða á fólksbílum í frjálsum flæði við góð veðurskilyrði, en skilgreiningin á 85%-hraða miðar við blauta akbraut. Rannsóknir hafa sýnt að hvort sem veður er þurr eða úrkoma ekki meiri en í meðallagi svo hún hafi ekki til-takanleg áhrif á skyggni, er ekki marktækur munur á 85%-hraða (Lamm o.fl., 1999). Í kafla 2.3.4 var fjallað um frjálst flæði og hvað forskot þá er um að ræða. Í rannsóknum á sambandi fyrir 85%-hraða hefur oft verið miðað við að forskot þurfi að vera minnst 6 s svo ökutæki teljist vera í frjálsum flæði og í einstaka tilfellum hefur verið miðað við 5 s (Lamm o.fl., 1999; Dimaiuta o.fl., 2011; Perco, 2011; Psarianos & Garcia, 2011). Hefur í yngri rannsóknum verið miðað við að þetta lágmarksforskot sé bæði á undan og eftir ökutækinu, því ekki er talið gefa rétta mynd af hraðadreifingu ef lestarstjórar eru taldir með, það fari þá hlutfallslega of mörg ökutæki sem aka hægt með í reikninginn (Lamm o.fl., 1999).

## 3 Aðferð

Stuðst var við aðferð sem lýst er í fjórum liðum í kafla 2.5.3 hér að framan.

### 3.1 Val á mælistöðum

Valdir voru staðir á Hringveginum á suðvesturhorni landsins og á Reykjanesbraut þar sem vegirnir eru tvær akreinar með hraðatakörk 90 km/h og ársdagsumferð 1.000–12.000 ökutæki á sólarhring. Við valið var farið í ökuferðir um vegina til að koma auga á staði með mismunandi vegferli, þar sem umferð er ekki trufluð af vegamótum, byggð eða öðru í umhverfinu og þar sem hægt er að koma bifreið út fyrir veg án þess að mikið beri á henni. Einnig þurfti að vera hægt að athafna sig í hæfilegri fjarlægð frá vegi og sem næst miðri beygju. Þessar forsendur gerðu það að verkum að ekki var unnt að velja neinar mjög krappar beygjur. Auk þess voru valdir staðir þar sem Vegagerðin hefur umferðargreina en það er á beinum köflum.

### 3.2 Hraðamæling

Mældur var punkthraði fólksbíla í frjálssu flæði á hvorri akrein fyrir sig á hverjum mælistað, á beygjum eins nálægt miðri beygju og aðstæður leyfðu. Til fólksbíla voru einnig taldir jeppar, pallbílur og litlir sendibílur án kassa ef lengd þeirra virtist ekki meiri en lengd stærstu jeppa sem er um 5,6 m (Ford, 2010). Fyrir gögn úr umferðargreinum voru mörkin dregin við flokkamörk (við 5,2 m ef EUR6-flokkun en við 6 m ef EUR13-flokkun). Var miðað við að forskot væri minnst 4–6 s, en >6 s fyrir gögn úr umferðargreinum og voru lestarstjórar ekki teknir með. Miðað var við að mæla minnst 120 ökutæki, en sá fjöldi var ekki mældur í fyrstu mælingunum þar sem þá var ekki búið að ákveða þessar forsendur. Mælingarnar voru gerðar á virkum degi eftir asatíma að morgni og fyrir asatíma að kvöldi. Gögn úr umferðargreinum voru takmörkuð við tímabilið kl. 9:30–15:30, en það er um 0,5–1 klst. frá asatíma að morgni og kvöldi miðað við skoðun gagna frá einum greininum, við Árvelli. Mælingarnar voru gerðar við góð veðurskilyrði, þ.e. ef nægilega bjart var og lygnt og ekki of blautt til þess að aksturlag væri eins og við besta veður.

Á beygjum var annað hvort gerð skeiðklukkumæling á hraða eða hraði mældur með ratsjá. Á beinu köflunum voru notuð gögn úr umferðargreinum Vegagerðarinnar. Ekki voru gerðar samtímis mælingar með aðferðunum og einhverri þekktri nákvæmri hraðamæliaðferð né heldur mældir þekktir hraðar. Það kann því að vera óþekktur bjagi og skekkja í aðferðunum. Hins vegar var metin sú mæliskekkja og sá bjagi sem mögulegt var út frá áætlaðri nákvæmni hvers mælitækis um sig og mati á nákvæmni mældra og áætlaðra stærða.

#### 3.2.1 Skeiðklukka og málband

Notuð var skeiðklukka af Casio-gerð sem sýnir sekúndur og hundraðshluta úr sekúndu. Metin var mæliskekkja og bjagi í tímamælingu með því að gera sérstakt próf þar sem tímabil á armbandsúri var mælt með skeiðklukkunni (sjá viðauka B). Hraðamælingar voru gerðar frá lítið áberandi stað í fáeinna tuga metra fjarlægð frá vegi þar sem yfirsýn var góð, eftir aðstæðum var setið inni í bifreið eða undir beru lofti. Vegstikur voru notaðar sem

viðmið fyrir upphaf og enda vegalengdarinnar. Með skeiðklukku var mældur tíminn frá því fremsta hluta ökutækis bar í aðra stiku og þar til hann bar í hina og tíminn skráður á þar til gert eyðublað ásamt upplýsingum um mælistaðinn, sjá eyðublað í viðauka C. Þetta var endurtekið fyrir tiltekinn fjölda ökutækja. Síðan var metill tíma sérhvers ökutækis,  $\hat{t}$ , fundinn sem mismunurinn á mældum tíma og bjaga.



Mynd 3.1 Hraðamæling með skeiðklukku og málbandi (ljósm. H.P.).

Notað var málband af gerðinni 3X Stilon 50 m sem er nylonhúðað stálband frá japanska fyrirtækinu Yamayo. Vegna umferðar á vegunum var ekki talið öruggt að mæla lengd akstursferils beint á akreinunum. Til að geta metið þessa lengd þurfti því að mæla og áætla margar stærðir. Fjarlægðir milli stikanna og fjarlægðir frá stikum í sigtilínu voru mældar með málbandi og einnig akbrautarbreiddir og breiddir frá miðlínu að stikulínu. Voru þetta mismargar stærðir eftir aðstæðum. Vegna þess að sjónlína myndaði horn við akbrautina var nauðsynlegt að áætla hvar á akrein ökutækis voru að jafnaði og einnig hver meðalbreidd ökutækja var. Fjarlægð augapunkts hraðamælingar frá miðlínu vegar var mæld upp af korti miðað við innmælt hnit augapunkts og afstaða (horn) augapunkts til akstursferilsins áætluð. Metin var mæliskekkja og bjagi í einstökum fjarlægðum og breiddum út frá mati á ýmsum skekkjuvöldum við málbandsmælingu og mati á nákvæmni áætlaðra stærða fyrir 95% öryggisstig. Formúla fyrir metil lengdar akstursferils ökutækjanna,  $\hat{l}$ , var leidd út sérstaklega fyrir hvern mælistað og hvora akrein fyrir sig, þar sem  $\hat{l}$  er fall af hinum einstöku mældu og áætluðu stærðum, áætluðum bjaga í hverri þeirra og radía planboga,  $R$ . Einnig var mæliskekkja  $\hat{l}$  reiknuð út frá mæliskekkju einstakra fjarlægða og breidda. Þessa útreikninga er að finna í viðaukum. Í viðauka D er sá hluti útreikninga sem á við um alla mælistaði en í viðaukum E, F og G er útreikningum lokið fyrir hvern mælistað fyrir sig.

Loks var hraði hvers ökutækis reiknaður sem metillinn  $\hat{v} = \hat{l}/\hat{t}$  sem þá er óbjagaður af þeim skekkjuvöldum og þeirri nákvæmni sem áætluð var. Einnig var reiknuð mæliskekkja staks hraðagildis út frá áætlaðri mæliskekkju í  $\hat{l}$  og  $\hat{t}$ , skv. formúlu í viðauka H.

### 3.2.2 Ratsjá

Ratsjárbyssa var fengin að láni frá Reykjavíkurborg og gerð með henni ein tilraun til mælingar. Beina þarf ratsjárbyssu í stefnu eftir veginum og þarf því að mæla frá vegöxlinni. Mælingin er því áberandi og getur það haft áhrif á hraðaval ökumanna, sbr. rannsókn sem

sagt var frá í kafla 2.4.2. Þaðan reyndist heldur ekki nógu góð yfirsýn til að velja þau ökutæki sem taka á með. Því var ákveðið að nota ekki ratsjárbyssu.

Fengin var að láni ratsjá í eigu Kópavogsbæjar af gerðinni SDR Seitenradarmesssystem frá þýska fyrirtækinu DataCollect, en ratsjá þessi er í umsjón Vinnustofunnar Þverár. Ratsjain ásamt rafhlöðu er í kassa sem á er festing fyrir staur til hliðar við veg. Ratsjaini fylgir lófátölva og hugbúnaður. Hugbúnaðurinn skráir mælda ökuhraða og lengd ökutækja í skrá og birtir gildin einnig jafnóðum á skjá lófátölvunnar. Gildin birtast sem heiltölur í km/h og m. Ratsjain má ekki vera lengra en 10 m frá miðri akrein. Lófátölvun dregur um 15 m frá ratsjaini. Ending rafhlöðunnar er slík að hægt er að safna gögnum samfelld í um vikutíma (DataCollect, 2008).



Mynd 3.2 T.v. er ratsjá af gerðinni SDR (DataCollect, 2012). T.h. er ratsjá í notkun í þessu verkefni, fóturinn var smíðaður fyrir verkefnið (ljósm. H.P.).

Tæknimaður verkfræði- og náttúruvísindasviðs smíðaði fót undir tækið fyrir þetta verkefni. Við prófun á tækinu kom í ljós að tækið mældi ekki öll ökutæki og mældi ekki allar lengdir rétt miðað við handskráningu sem gerð var samhliða. Fyrirspurn var send til framleiðanda og barst svar um að tækið þurfi að mæla um 400 ökutæki á meðan það kvarðar lengdarmælingu og því séu gögn ekki endilega rétt fyrir en að lokinni þessari kvörðun. Í ljósi þessa var ákveðið að mælingamaður væri við tækið þegar mæling væri gerð. Hann veldi þau ökutæki sem taka ætti með og skráði niður hraðagildi jafnóðum af skjá lófátölvunnar á þar til gert eyðublað ásamt upplýsingum um mælistaðinn, sjá viðauka I. Þannig þyrfti ekki að notast við lengdarmælingu tækisins og hægt að hefja mælingu strax að lokinni uppstillingu. Jafnframt væri þá hægt að hafa fulla stjórn á hvaða ökutæki væru tekin með auk þess að fylgjast með að aðstæður á veginum væru samkvæmt skilyrðum. Ekki er annað vitað um nákvæmni í einstöku hraðagildi en kröfuna um  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 2.4.2. Því ekki var gerð sérstök könnun á nákvæmni búnaðarins fyrir þetta verkefni.

### 3.2.3 Umferðargreinar

Vegagerðin útvegaði gögn úr umferðargreinum til þessa verkefnis. Gögnin voru úr greinum með annað hvort LL eða LPL fyrirkomulagi, sjá kafla 2.4.2 hér að framan. Gögn úr LPL-greinum voru leiðrétt, skv. skýrslunni *Bestun á öxulflokkum umferðargreina – Byggt á samþættri greiningu vettvangsmælinga og þyngdargreinisgagna* (Jóhannes Loftsson, 2009), sjá viðauka J. Síðan var valið úr gögnunum, skv. forsendunum sem lýst var fremst í kafla 3.2, sjá viðauka K. Ekki er annað vitað um nákvæmni í einstöku hraðagildi en kröf-

una um  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 2.4.2 því ekki var gerð sérstök könnun á nákvæmni búnaðarins fyrir þetta verkefni.



Mynd 3.3 Einn af umferðargreinum Vegagerðarinnar, gerð Marksman 660 (ljósm. H.P.).

### 3.3 Söfnun gagna um vegferil og aðstæður

Safnað var gögnum um öll atriðin sem talin eru upp í aðferðafræðinni í kafla 2.5.3. að viðbættum gögnum um breiddir slitlags á öxlum og fjarlægð mælistaða frá þéttbýli. Skráð var ástand vegyfirborðs og veðurlýsing þegar hraðamælingar fóru fram.

Hjá Vegagerðinni fengust teikningar sem sýndu lárétta legu og hæðarlegu vegar, stöðvasetningu, þverhalla og í sumum tilfellum ótiltekna vegsýn, þ.e. að ekki er tekið fram hvort um sé að ræða stöðvunar-, mæti- eða framúrakstursvegalegd. Vegsýn fyrir stöðvunarvegalegd frá mælistað var mæld upp af teikningunum, og var stöðvunarvegalegd valin þar sem hún er grundvallarsjónlengdin og gerð er krafa um hana í hverjum punkti á vegi (Lamm o.fl., 1999; Vegagerðin, 2010b, 3-24). Var mælt bæði af langsniði og af grunnmynd og sú styttri látin gilda. Var miðað við forsendur veghönnunarreglna um augnhæð ökumanns 1,1 m og hæð miðunarpunkts 0,25 m (Vegagerðin, 2010b) og eftir miðri hvorri akrein (Mannering o.fl., 2005). Breiddir í þversniði voru mældar á staðnum með málbandi eða mælistiku. Skiltaður hraði var lesinn af umferðarskiltum. Hnit mælistaða voru mæld inn með GPS-staðsetningartæki af gerðinni Garmin GPSmap 60CSx í hnitakerfi WGS84. Fyrir skeiðklukkumælingu voru hnit skráð þar sem mælingamaður stóð með skeiðklukkuna, fyrir ratsjarmælingu voru hnit skráð þar sem ratsjanni var stillt upp og hnit umferðargreina voru fengin hjá Vegagerðinni. Fjarlægð frá þéttbýli var fundin út með rafrænum kortum og vegaskrá Vegagerðarinnar og var miðað við að þéttbýlismörk væru við síðustu vegamót áður en komið er inn í þéttbýlið (Garmin, 1999-2006; Landmælingar Íslands, án dags.; Samsýn, 2015; Vegagerðin, 2015b). Ástand yfirborðs var skráð á staðnum. Ársdagsumferð, samtals á báðum akreinum, var fundin á vef Vegagerðarinnar (Vegagerðin, 2012). Veðurlýsingar voru skráðar á staðnum og hitastig og vindhraði skráð eftir nálægum veðurskiltum Vegagerðarinnar og/eða eftir veðurathugunum fyrir næstu veðurstöð skv. vef Veðurstofu Íslands. Fyrir mannlausar mælingar voru gögn fengin frá Veðurstofunni.



## 3.4 Útreikningar

### 3.4.1 Útreikningar á hraðagildum

Reiknaður var meðalhraði og staðalfrávik hraðadreifingar skv. jöfnum (2.29) og (2.30). 95% öryggisbil meðalhraðans var reiknað skv. jöfnu (2.34).

Gildið á 85%-hraða var reiknað skv. jöfnu (2.31). Staðalskekkja hans er staðalfrávikíð  $\sqrt{\text{Var}[V_{85}]}$  sem er út frá jöfnu (2.36):  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n}$ . 95% öryggisbil hans var reiknað sem  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85}$  með  $\alpha = 0,05$ , sem er byggt á jöfnu (2.34).

Gert var kí-kvaðrat-próf til að komast að því hvort gögnin væru normlega dreifð, sjá kafla 2.4.3 og jöfnu (2.32). Gögnin voru grúpuð í eins mörg hraðabil af breidd 3 km/h og forsendur prófsins leyfa og þannig að meðalhraðinn væri gildið í miðjum miðflokknum, en á flokkamörkum ef fjöldi flokka var oddatala.

Athugað var hvort marktækur munur væri á milli mælinga á 85%-hraða sem gerðar voru á sama stað en á mismunandi dögum með tilgátuprófinu sem lýst var í kafla 2.4.3.

### 3.4.2 Aðhvarfsgreining

Líkan um 85%-hraða var gert með margfaldri línulegri aðhvarfsgreiningu á gögnunum með aðferð minnstu kvaðrata eins og lýst er í kafla 2.5.3. Aðhvarfsgreiningin var gerð í tölfræðiforritinu R, útgáfu 2.12.0 (2010-10-15).

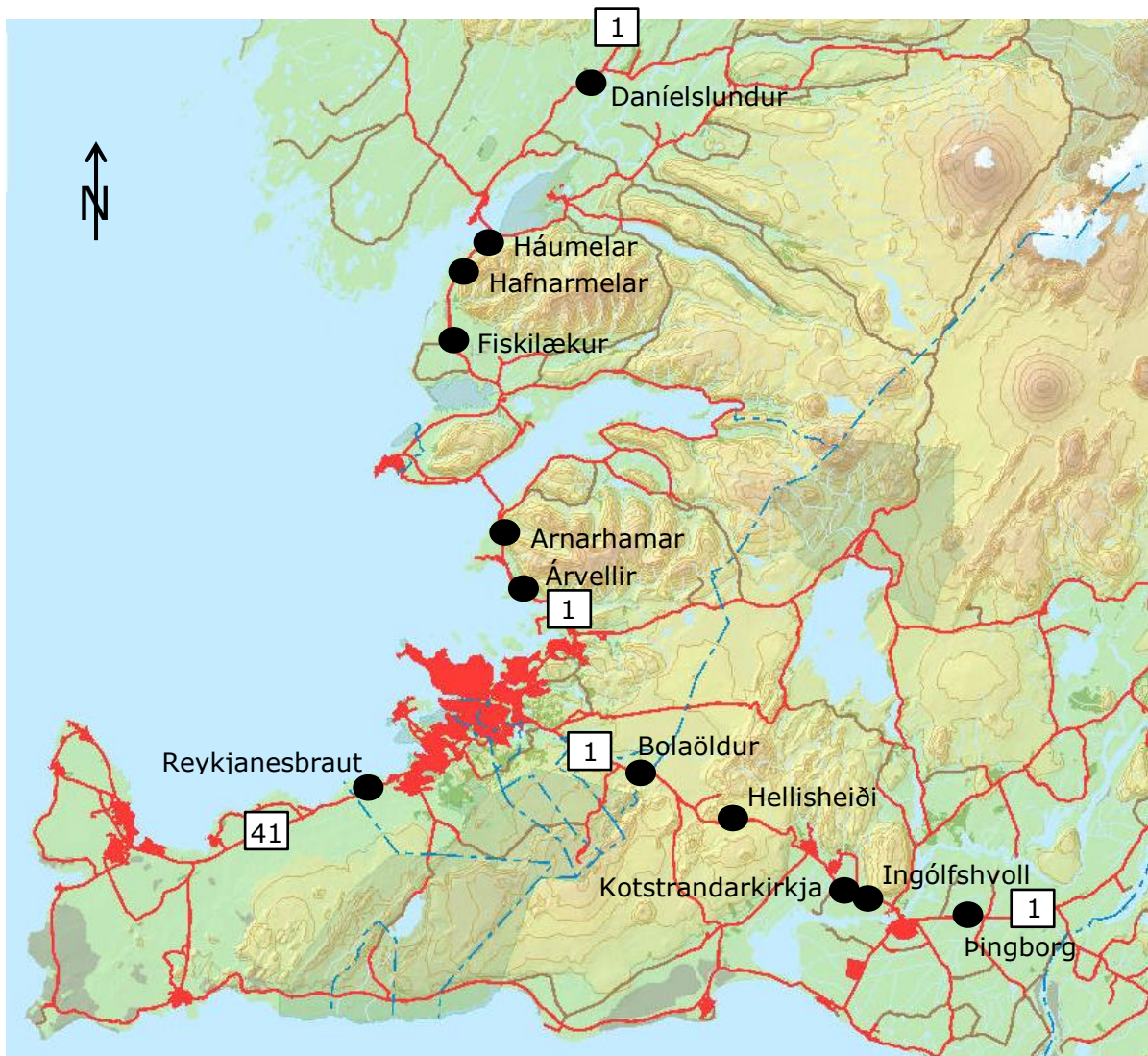
Í fyrstu umferð var keyrt með öllum stikum sem gögn voru til um, utan þeirra sem lítil sem engin dreifni var í, og gert stöðugleikapróf, sem fer þannig fram að hent er út þeirri breytu sem reyndist minnst marktæk og keyrt aftur og þetta endurtekið þar til allar breytur eru marktækar og einnig prófað að setja breytur, sem hentar var út, aftur inn, eina í einu í sömu röð og þeim var áður hent út, og athugað hvort nokkur þeirra verður þá marktæk. Var miðað við 95% öryggisstig fyrir marktækni, þ.e.  $|t| > 1,96$ . Keyrðar voru fleiri umferðir þar sem prófaðar voru aðrar breytur búnar til úr stikunum, s.s. með tölugildi eða samlagningu, og athugað hvaða skýringarhlutfalli það skilaði. Loks var valið eitt líkan sem, auk þess að hafa marktækar breytur, var í senn með hátt skýringarhlutfall og innihélt hagnýtar breytur með stuðlum sem hægt var að skýra. Gengið var úr skugga um að óháðu breytur líkansins væru í raun nægilega óháðar með því að reikna skýringarhlutfall milli allra tveggja breytna og miða við að hvergi væri sterk fylgni, sbr. flokkun í töflu 2.5, en það er að fordæmi Choueiri og Lamm (1987, 110).



## 4 Mælingar og gögn

### 4.1 Hraði

Safnað var hraðagögnum á tólf stöðum á Hringveginum og á Reykjanesbraut. Voru það átta beygjur og fjórir beinir kaflar. Á þremur beygjanna var hraði mældur með skeiðklukku og málbandi en á fimm þeirra með ratsjá. Fengin voru hraðagögn úr umferðargreinum Vegagerðarinnar fyrir beinu kaflana. Mælistaðirnir tólf eru sýndir á korti á mynd 4.1 og listaðir í töflu 4.1.



Mynd 4.1 Kort af mælistöðum, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

Tafla 4.1 Yfirlit yfir mælistaði.

Mælistaður	$R$ (m)	Hraðamæliaðferð	Dags. hraðamælinga
Daníelslundur	600	Ratsjá	30. júní–1. júlí 2011
Háumelar	875	Ratsjá	30. júní 2011
Hafnarmelar	$\infty$	Umferðargreinir	3.,4.,5.,10.,11.,12. maí 2011
Fiskilækur	700	Ratsjá	23. júní 2011
Arnarhamar	1500	Skeiðklukka og málband	14. júní 2011
Árvellir	$\infty$	Umferðargreinir	3.,4.,5.,10.,11.,12. maí 2011
Reykjanesbraut	700	Ratsjá	22. júní 2011
Bolaöldur	5010,25	Skeiðklukka og málband	16. september 2010
Hellisheiði	$\infty$	Umferðargreinir	3.,4.,5.,10.,11.,12. maí 2011
Kotstrandarkirkja	500	Skeiðklukka og málband	7. september 2010
Ingólfshvoll	1000	Ratsjá	29. júní 2011
Þingborg	$\infty$	Umferðargreinir	3.,4.,5.,10.,11.,12. maí 2011

Hraðamælingarnar voru gerðar samkvæmt aðferðinni sem lýst er í kafla 3.2 með eftirfarandi undantekningum:

- Við Kotstrandarkirkju og við Bolaöldur var úrtakið minna, en þó nægilega stórt skv. reikniáðferðunum (jöfnu (2.35) eða jöfnu (2.37)).
- Við Daníelslund náðist ekki að safna gögnum á einum degi heldur tveimur og var síðari dagurinn auk þess föstudagur og í sumarleyfismánuði.

Hraðinn sem mældur var er listaður í töflu 4.2 ásamt tölfræði og ítarlegar í viðauka L.

Tafla 4.2 Yfirlit yfir niðurstöður hraðamælinga.

Mælistaður	Ak- rein, stefna	Dags.	Stærð úrtaks	Meðal- hraði	95% öryggisbil meðal- hraða	Staðal- frávik hraða- dreifingar	Minnsti hraði	95% öryggisbil minnsta hraða	Mesti hraði	95% öryggisbil mesta hraða	85%- hraði	95% öryggisbil $V_{85}$	Mátgæði við norm- lega dreif- ingu*
			$n$	$\bar{v}$ (km/h)	(km/h)	$s$ (km/h)	$v_{min}$ (km/h)	(km/h)	$v_{max}$ (km/h)	(km/h)	$V_{85}$ (km/h)	(km/h)	
Arnarhamar	S	14.6.2011	123	90,5	±1,2	7,0	64,4	±3,3	110,0	±9,5	98,1	±1,9	nei
Arnarhamar	N	14.6.2011	120	88,0	±1,3	7,2	64,9	±3,2	119,0	±10,6	94,6	±2,0	já
Kotstr.kirkja	V	7.9.2010	68	87,3	±1,6	6,7	73,5	±4,9	108,3	±10,4	93,8	±2,5	já
Kotstr.kirkja	A	7.9.2010	80	86,3	±1,5	6,6	64,9	±3,1	101,8	±7,4	92,3	±2,2	já
Bolaöldur	A	16.9.2010	106	90,8	±1,2	6,1	78,7	±5,2	107,5	±9,7	96,6	±1,8	já
Bolaöldur	V	16.9.2010	113	93,7	±1,4	7,3	77,1	±5,7	115,1	±12,6	101,1	±2,1	já
Reykjanbr.	V	22.6.2011	128	92,1	±1,3	7,2	70		113		99	±1,9	já
Reykjanbr.	A	22.6.2011	186	92,0	±1,2	8,3	73		113		101	±1,8	já
Fiskilækur	N	23.6.2011	120	94,3	±1,4	7,9	70		122		102	±2,2	já
Fiskilækur	S	23.6.2011	125	93,6	±1,5	8,4	66		120		101	±2,3	já
Ingólfshv.	V	29.6.2011	140	85,7	±1,0	6,2	71		110		91	±1,6	já
Ingólfshv.	A	29.6.2011	132	85,5	±1,2	6,7	62		105		92	±1,8	já
Háumelar	S	30.6.2011	124	92,8	±1,5	8,4	65		121		101	±2,3	já
Háumelar	N	30.6.2011	133	92,9	±1,6	9,5	63		115		101	±2,5	já
Daníelsl.	S	30.6.-1.7.2011	121	95,3	±1,8	10,2	62		123		105	±2,8	nei
Daníelsl.	N	30.6.-1.7.2011	123	97,4	±1,7	9,6	72		125		107	±2,6	já
Hafnarm.	1	3.5.2011	218	93,5	±1,2	9,2	64		131		102	±1,9	nei
Hafnarm.	1	4.5.2011	251	95,2	±1,0	8,4	68		122		105	±1,6	nei
Hafnarm.	1	5.5.2011	224	95,2	±1,4	10,4	68		140		105	±2,1	já
Hafnarm.	1	10.5.2011	220	94,1	±1,3	9,8	70		130		105	±2,0	nei
Hafnarm.	1	11.5.2011	263	93,6	±1,2	9,6	67		140		102	±1,8	nei
Hafnarm.	1	12.5.2011	237	94,9	±1,2	9,7	75		146		105	±1,9	nei

(Framhald)

Mælistaður	Akrein, stefna	Dags.	Stærð úrtaks	Meðal- hraði	95% öryggisbil meðal- hraða	Staðal- frávik hraða- dreifingar	Minnsti hraði	95% öryggisbil minnsta hraða	Mesti hraði	95% öryggisbil mesta hraða	85%- hraði	95% öryggisbil $V_{85}$	Mátgæði við norm- lega dreif- ingu*
			$n$	$\bar{v}$ (km/h)	(km/h)	$s$ (km/h)	$v_{min}$ (km/h)	(km/h)	$v_{max}$ (km/h)	(km/h)	$V_{85}$ (km/h)	(km/h)	
Hafnarm.	2	3.5.2011	212	93,2	±1,2	8,7	66		130		100	±1,8	nei
Hafnarm.	2	4.5.2011	196	92,5	±1,1	7,8	70		115		100	±1,7	já
Hafnarm.	2	5.5.2011	230	93,7	±1,0	7,6	75		130		102	±1,5	nei
Hafnarm.	2	10.5.2011	193	92,9	±1,4	9,8	68		164		100	±2,1	nei
Hafnarm.	2	11.5.2011	208	93,9	±1,3	9,8	64		131		102	±2,1	nei
Hafnarm.	2	12.5.2011	201	93,7	±1,2	8,3	72		122		102	±1,8	nei
Árvellir	1	3.5.2011	336	85,1	±0,8	7,7	50		115		92	±1,3	nei
Árvellir	1	4.5.2011	367	86,2	±0,8	7,5	49		115		92	±1,2	nei
Árvellir	1	5.5.2011	370	85,6	±0,8	7,7	44		108		92	±1,2	nei
Árvellir	1	10.5.2011	360	86,3	±0,8	7,5	47		125		93	±1,2	nei
Árvellir	1	11.5.2011	311	86,9	±0,8	7,1	44		110		93	±1,2	nei
Árvellir	1	12.5.2011	349	86,9	±1,0	9,7	49		162		94	±1,6	nei
Árvellir	2	3.5.2011	285	87,5	±0,8	6,8	51		108		94	±1,2	nei
Árvellir	2	4.5.2011	279	88,4	±0,8	6,7	62		109		95	±1,2	já
Árvellir	2	5.5.2011	317	88,0	±0,8	7,5	46		124		95	±1,3	nei
Árvellir	2	10.5.2011	296	88,0	±0,9	8,1	59		139		94	±1,4	nei
Árvellir	2	11.5.2011	236	88,6	±0,8	5,9	72		106		94	±1,2	já
Árvellir	2	12.5.2011	288	87,8	±0,9	7,9	47		153		94	±1,4	nei
Hellisheiði	1	3.5.2011	390	93,4	±0,7	7,2	73		121		100	±1,1	nei
Hellisheiði	1	4.5.2011	355	94,4	±0,8	7,6	74		131		101	±1,2	já
Hellisheiði	1	5.5.2011	361	94,8	±0,8	7,8	64		127		102	±1,2	nei
Hellisheiði	1	10.5.2011	401	95,8	±0,8	8,2	78		146		103	±1,2	nei
Hellisheiði	1	11.5.2011	374	95,3	±0,8	8,0	73		136		103	±1,2	nei

(Framhald)

Mælistaður	Akrein, stefna	Dags.	Stærð úrtaks	Meðal- hraði	95% öryggisbil meðal- hraða	Staðal- frávik hraða- dreifingar	Minnsti hraði	95% öryggisbil minnsta hraða	Mesti hraði	95% öryggisbil mesta hraða	85%- hraði	95% öryggisbil $V_{85}$	Mátgæði við norm- lega dreif- ingu*
			$n$	$\bar{v}$ (km/h)	(km/h)	$s$ (km/h)	$v_{min}$ (km/h)	(km/h)	$v_{max}$ (km/h)	(km/h)	$V_{85}$ (km/h)	(km/h)	
Hellisheiði	1	12.5.2011	426	94,2	±0,7	7,4	62		118		102	±1,1	nei
Hellisheiði	2	3.5.2011	311	96,0	±0,9	7,9	76		124		104	±1,4	nei
Hellisheiði	2	4.5.2011	346	96,3	±0,8	7,9	77		135		104	±1,3	nei
Hellisheiði	2	5.5.2011	307	95,9	±0,8	7,5	79		134		103	±1,3	nei
Hellisheiði	2	10.5.2011	348	94,6	±0,8	7,5	71		142		102	±1,2	nei
Hellisheiði	2	11.5.2011	408	96,6	±0,8	8,2	77		128		104	±1,2	nei
Hellisheiði	2	12.5.2011	364	97,4	±0,9	8,4	74		130		106	±1,3	nei
Þingborg	1	3.5.2011	281	92,4	±1,3	7,1	77		117		100	±1,3	nei
Þingborg	1	4.5.2011	292	91,2	±1,0	8,5	53		122		98	±1,5	nei
Þingborg	1	5.5.2011	286	92,8	±1,0	8,6	63		130		100	±1,5	nei
Þingborg	1	10.5.2011	301	92,6	±1,0	9,1	44		139		100	±1,6	nei
Þingborg	1	11.5.2011	270	94,3	±1,0	8,7	69		136		101	±1,6	nei
Þingborg	1	12.5.2011	284	92,6	±1,0	8,2	61		133		100	±1,5	já

\*Miðað við 95% öryggisstig

#### 4.1.1 Mátgæði hraðagagna við normlega dreifingu

Fyrir 95% öryggisstig benti mátgæðapróf ýmist til þess að gögnin fylgdu normlegri dreifingu eða ekki og var það greinilega frekar ef úrtakið var stórt að prófið hafnaði normlegri dreifingu. Það skýrist af takmörkunum prófsins, því að í prófinu er núlltilgátan sú að gögnin fylgi normlegri dreifingu og prófið getur bara annað hvort hafnað eða hafnað ekki núlltilgátunni. Þegar úrtak er lítið getur verið að prófið hafi ekki nægileg gögn til að hafna tilgátu. Meginniðurstaðan er því að hraðagögnin fylgi ekki normlegri dreifingu, en eins og sagt var frá í kafla 2.4.3 þá er í umferðarverkfræði gert ráð fyrir normlegri dreifingu hraðagagna þótt gögn séu ekki þannig dreifð í raun.

#### 4.1.2 Nákvæmni í stakri hraðamælingu

Fyrir ratsjána og umferðargreinana er ekki annað vitað um nákvæmni í einstöku mældu hraðagildi en kröfu Texas-fylkis um  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 2.4.2 því ekki var gerð sérstök könnun á nákvæmni búnaðarins fyrir þetta verkefni. Tækin voru í notkun þegar mælingar fóru fram svo ætla má að þau hafi verið kvörðuð. Skv. íslenskri athugun er nákvæmni hraðamælingar með ratsjá sambærileg við nákvæmni spanlykkju, sjá kafla 2.4.2.

Í skeiðklukkumælingunum var mæliskekkja hins vegar metin í þaula, bæði staðalfrávik og bjagi, eins og lýst var í kafla 3.2.1. Reyndust vikmörk í stöku hraðagildi vera frá  $\pm 3,1$  til  $\pm 12,6$  km/h miðað við 95% öryggisstig, minni fyrir lágan hraða og stærri fyrir háan. Kom í ljós að ónákvæmni í tímamælingu er yfirgnæfandi yfir ónákvæmni í lengdarmælingu. Það þýðir að þótt vegalengdin hefði verið mörkuð á annan hátt en hér var gert og mæld upp á einfaldari hátt þá hefði það vissulega sparað vinnu við reikninga en ekki bætt nákvæmni mælingarinnar svo neinu næmi. Vikmörkin eru hins vegar mjög háð tímalengdinni sem mælist og ónákvæmni í tímamælingu er hlutfallslega minni hluti af tímalengdinni eftir því sem hún er lengri. Þar með fæst betri nákvæmni eftir því sem vegalengdin er lengri eða hraðinn minni. Hér var vegalengdin u.þ.b. 100 m og ef hún hefði verið 50 m eins og lagt er til í kafla 2.4.2 hefðu vikmörkin orðið um tvöfalt stærri en hér. Hraðagildið hefði á sama tíma verið nær sönnum punkthraða. En tvöfalt meiri hraði fær fjórfalt stærri vikmörk. Þetta má sjá ef formúla í viðauka H er skoðuð og fyrri liðurinn með nákvæmni í lengd látinn vera hverfandi.

Nákvæmni hraðamælingar með skeiðklukku og málbandi uppfyllir ekki kröfu Texas-fylkis jafnvel þótt gert sé ráð fyrir því að vikmörkin sem gefin eru upp í kröfunum séu svo lítil sem eitt staðalfrávik. Þannig að ef mælitæki eins og ratsjá eða umferðargreinir hefur verið kvarðað og uppfyllir þessar kröfur er það nákvæmara en skeiðklukkumæling.

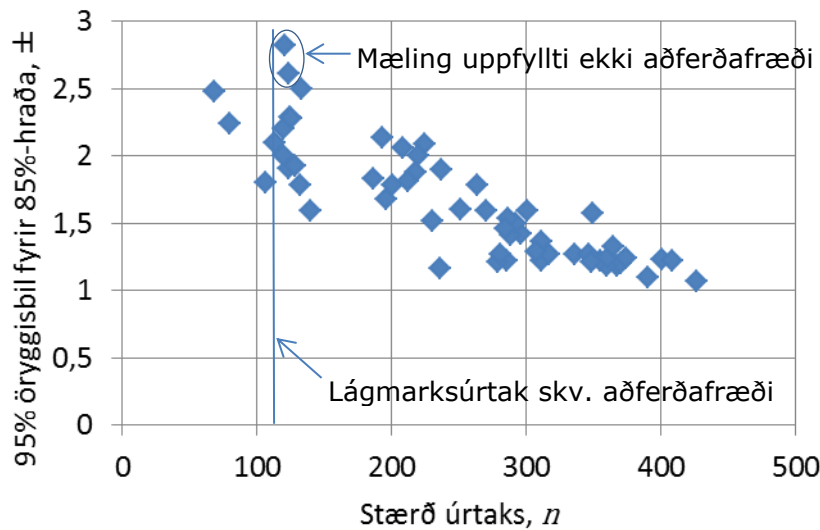
#### 4.1.3 Nákvæmni í mælingu á meðalhraða og 85%-hraða

Fyrir meðalhraða og 85%-hraða skiptir nákvæmni í stakri hraðamælingu ekki máli þegar búið er að leiðrétta fyrir bjaga eins og reynt var að gera hér, því öryggisbil þeirra er aðeins háð stærð úrtaks og staðalfrávik hradadreifingarinnar, sbr. jöfnur (2.34) og (2.36).

95% öryggisbil á meðalhraða var hér mest  $\pm 1,6$  km/h ef gögn frá Daníelslundi eru ekki tekin með, en mest  $\pm 1,4$  km/h fyrir umferðargreinana þar sem úrtökin voru stærri.



95% öryggisbil á 85%-hraða var hér mest  $\pm 2,5$  km/h (gögn frá Daníelslundi eru ekki með-talin), en mest  $\pm 2,1$  km/h fyrir umferðargreinana. Á mynd 4.2 má sjá hvernig stærð úrtaks hefur áhrif á stærð öryggisbils í mælingunum sem gerðar voru í þessu verkefni.



Mynd 4.2 Samband milli stærðar öryggisbils á 85%-hraða og úrtaksstærðar skv. mælingum.

#### 4.1.4 Munur milli mælinga á 85%-hraða

Munur milli mælinga á 85%-hraða, sem gerðar voru með umferðargreinum á sama stað en á mismunandi dögum, var minnstur 0 og mestur 4 km/h. Athugað var með tilgátuprófi hvort munurinn væri marktækur og voru 105 mælingapör úr umferðargreinum skoðuð. Allar niðurstöðurnar má sjá í viðauka M og útdrátt í töflu 4.3. 1 km/h munur var ekki marktækur miðað við 95% öryggisstig en þegar munaði 3 eða 4 km/h var það marktækur munur. 2 km/h munur var ýmist marktækur eða ekki. Var munurinn marktækur miðað við fyrrnefnt öryggisstig í 26 tilfellum og fyrir a.m.k. aðra akstursstefnu á hverjum mælistað.

Þessi niðurstaða styður það að mæling á 85%-hraða segi eingöngu til um 85%-hraða á þeim tíma sem mælt var.

Tafla 4.3 Munur milli mælinga á 85%-hraða, sá mesti fyrir hvern mælistað og akstursstefnu.

Mælistaður	Akrein	Hámarks $ V_{85,1}-V_{85,2} $ (km/h)	Er munurinn marktækur?
Hafnarmelar	1	3	já
Hafnarmelar	2	2	nei
Árvellir	1	2	já
Árvellir	2	1	nei
Hellisheiði	1	3	já
Hellisheiði	2	4	já
Pingborg	1	3	já

## 4.2 Stikar mælistaðanna

Fyrir hvern mælistað var safnað gögnum um lárétta legu og hæðarlegu vegar, stöð í veglínu, þverhalla, vegsýn, akreinabreiddir, ástand yfirborðs, ársdagsumferð, veður og hnit eins og því er lýst í kafla 3.3. Þessi gögn er öll að finna í viðauka L. Úr gögnunum fengust stikarnir átta sem aðferðin kveður á um að nota í líkangerðina, sbr. kafla 2.5.3. Stikarnir eru listaðir í töflu 4.4.

Tafla 4.4 Stikar mælistaðanna.

Mæli- staður	Ak- rein, stefna	Beygju- gráða $CCR_s$	Lengd beygju $L$	Þver- halli $q$	Vegsýn f. stöðv- vegal. $vegsýn_s$	Ak- reinar- breidd $b$	Lang- halli $S$	Árs- dags- umferð $ÁDU$ (ökut./ sólarhr.)	Skilt- aður hraði $V_{sk}$
		(gon/km)	(m)	(%)	(m)	(m)	(%)	(km/h)	
Daníelsl.	S	90,31	826,11	-5,8	>500	3,26	-0,39	1923	90
Daníelsl.	N	90,31	826,11	5,8	480	3,15	0,39	1923	90
Háumelar	S	60,82	1297,56	-4,4	200	3,50***	4,301	3403	90
Háumelar	N	60,82	1297,56	4,4	270	3,67***	-4,301	3403	90
Hafnarm.	1	0	0	-3,5	>500	3,36	-0,48	3403	90
Hafnarm.	2	0	0	-3,5	>500	3,30	0,48	3403	90
Fiskilækur	N	74,35	825,05	-4,5	>500	3,54	0,427	3726	90
Fiskilækur	S	74,35	825,05	4,5	>500	3,28	-0,427	3726	90
Arnarh.	S	23,13	576,18	3,5	>500	3,28	0,335	5617	90
Arnarh.	N	23,13	576,18	-3,5	400	3,28	-0,335	5617	90
Árvellir	1	0	0	vantar*	>500	3,28	-0,183	6536	90
Árvellir	2	0	0	vantar*	>500	3,21	0,183	6536	90
Reykjanbr.	V	66,82	572,08	5,2	>500	3,70	0,629	10220	90
Reykjanbr.	A	66,82	572,08	-5,2	320	3,70	-0,629	10220	90
Bolaöldur	A	12,71	2137,25	-3,0	>500	3,56	2,933	7871	90
Bolaöldur	V	12,71	2137,25	-3,0	>500	3,71	-2,933	7871	90
Hellisheiði	1	0	0	-2,5	>500	3,45	0,83	5980	90
Hellisheiði	2	0	0	-2,5	>500	3,45	-0,83	5980	90
Kotstrk.	V	95,34	318,48	5,0	>500	3,44	0,096	7126	90
Kotstrk.	A	95,34	318,48	-5,0	>500	3,32	-0,096	7126	90
Ingólfshv.	V	55,11	912,43	-3,1	400	3,30	-0,83	6464	90
Ingólfshv.	A	55,11	912,43	3,1	>500	3,30	0,83	6464	90
Þingborg	1	0	0	vantar**	>500	3,60	-0,12	3341	90

\* Rishalli. Þverhallaband vantar á teikningu frá Vegagerðinni. Á næsta beina kafla, 4 km norðar á veginum, er rishalli  $q = -3,5\%$ . Það gildi notað í líkangerð.

\*\* Rishalli. Þverhallaband vantar á teikningu frá Vegagerðinni. Á beinum kafla 2,5 km austar á veginum er rishalli  $q = -3,5\%$ . Það gildi notað í líkangerð.

\*\*\* Akrein talin út í klæðingarbrún því þarna var ekki kantmálning.

Úr þessum stikum, ásamt gögnum um breidd slitlags á öxl og fjarlægð frá þéttbýli, voru búnar til fleiri breytur til að prófa í líkangerðinni. Þær eru í töflu 4.5.

Tafla 4.5 Viðbótarbreytur.

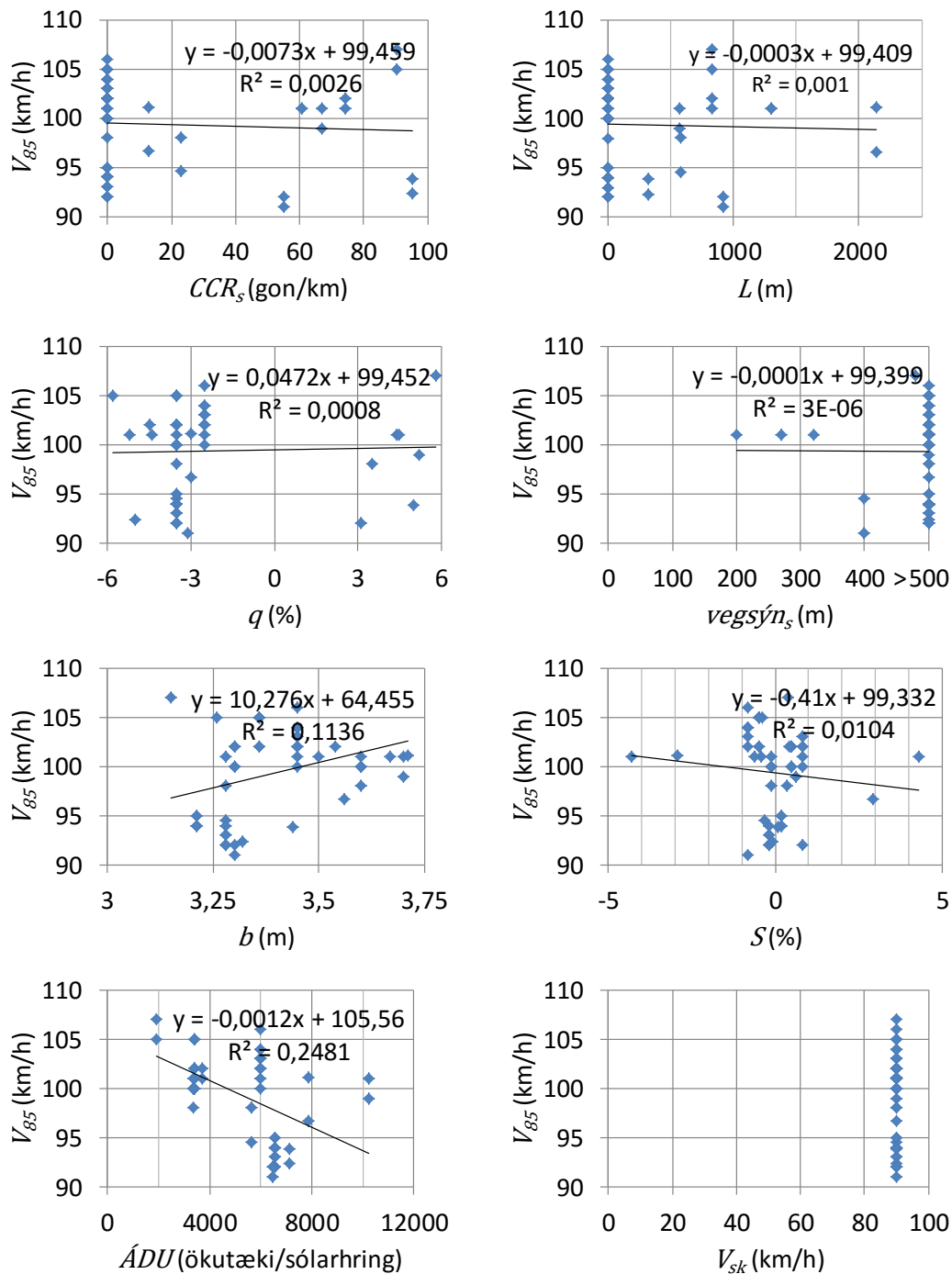
Mælistaður	Ak- rein, stefna	Þverhalli, tölugildi	Þverhalli, öfugur	Þverhalli, formerki m.v. beygju	Löng vegsýn, >400 m	Breidd bundins slit- lags á öxl	Breidd bundins slitlags	Mjó akrein, <3,5 m	Mjótt bund- ið slitlag á öxl, <1,5 m	Mjótt bundið slit- lag, <5,0 m	Fjarlægð frá þétt- býli
		$q_{abs}$ (%)	$q_{öfug}$ (0-1)	$q_{mvb}$ (%)	$v_{sslöng}$ (0-1)	$b_{buslöxl}$ (m)	$b_{busl}$ (m)	$akrmjó$ (0-1)	$buslöxlmjó$ (0-1)	$buslmjó$ (0-1)	$fjarl$ (km)
Daníelsl.	S	5,8	0	5,8	1	0,2	3,46	1	1	1	14,9
Daníelsl.	N	5,8	0	5,8	1	0,38	3,53	1	1	1	14,9
Háumelar	S	4,4	0	4,4	0	0*	3,5	0	1	1	3,8
Háumelar	N	4,4	0	4,4	0	0*	3,67	0	1	1	3,8
Hafnarm.	1	3,5	0	3,5	1	0,52	3,88	1	1	1	9
Hafnarm.	2	3,5	0	3,5	1	0,4	3,7	1	1	1	9
Fiskilækur	N	4,5	0	4,5	1	0,5	4,04	0	1	1	15
Fiskilækur	S	4,5	0	4,5	1	0,5	3,78	1	1	1	15
Arnarhamar	S	3,5	0	3,5	1	0,63	3,91	1	1	1	1,7
Arnarhamar	N	3,5	0	3,5	0	0,7	3,98	1	1	1	1,7
Árvellir	1	vantar**	0	vantar**	1	0,98	4,26	1	1	1	3,6
Árvellir	2	vantar**	0	vantar**	1	1,14	4,35	1	1	1	3,6
Reykjanbr.	V	5,2	0	5,2	1	2,5-3 <sup>†</sup>	6,2-6,7 <sup>†</sup>	0	0	0	5,4
Reykjanbr.	A	5,2	0	5,2	0	2,5-3 <sup>†</sup>	6,2-6,7 <sup>†</sup>	0	0	0	5,4
Bolaöldur	A	3,0	1	-3,0	1	1,88	5,44	0	0	0	12,2
Bolaöldur	V	3,0	0	3,0	1	1,7	5,41	0	0	0	12,2
Hellisheiði	1	2,5	0	2,5	1	1,95	5,4	1	0	0	9,3
Hellisheiði	2	2,5	0	2,5	1	1,95	5,4	1	0	0	9,3
Kotstr.kirkja	V	5,0	0	5,0	1	1,64	5,08	1	0	0	3,8
Kotstr.kirkja	A	5,0	0	5,0	1	2,75	6,07	1	0	0	3,8
Ingólfshv.	V	3,1	0	3,1	0	1,8	5,1	1	0	0	5,5
Ingólfshv.	A	3,1	0	3,1	1	1,65	4,95	1	0	1	5,5
Þingborg	1	vantar***	0	vantar***	1	0,9	4,5	0	1	1	5,1

\*, \*\* og \*\*\* sjá aths. í töflu 4.4. <sup>†</sup>Neðra gildið notað í líkangerð.

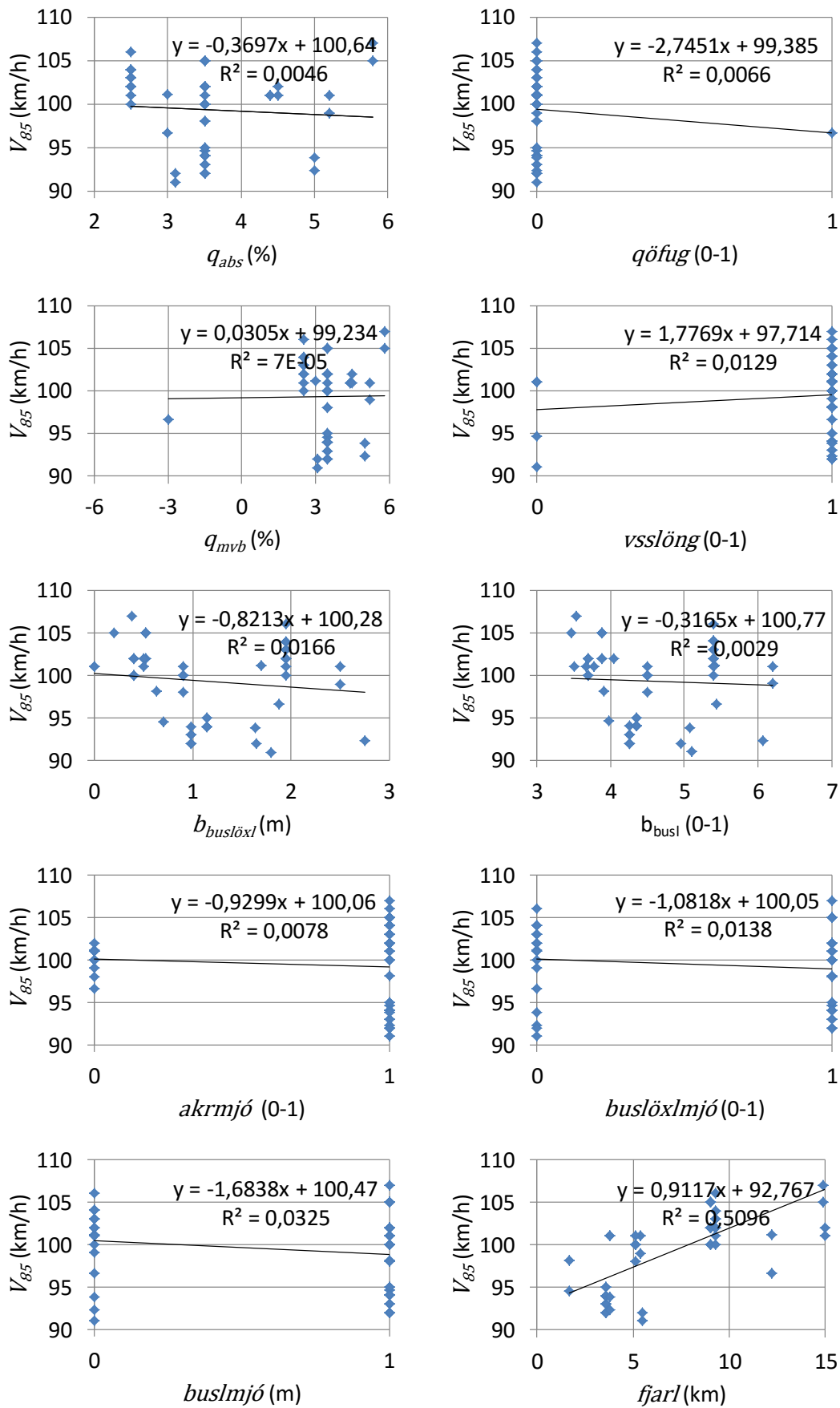


## 5 Líkan um 85%-hraða

Gögn hverrar breytu fyrir sig eru sýnd á móti 85%-hraða á gröfum á myndum 5.1 og 5.2.



Mynd 5.1 85%-hraði sýndur á grafi á móti hverjum stikanna átta fyrir sig.



Mynd 5.2 85%-hraði sýndur á grafi á móti hverri viðbótarbreytu fyrir sig.

Á gröfunum sést glögg hvort náðst hefur góð dreifni í breytur eða ekki. Beygjugráða nær upp í um 100 gon/km, en í erlendum líkönum nær hún oft í 5–600 gon/km og mest í um 900 gon/km. Þverhalli er á bilinu 3-6%, en veghönnunarreglur leyfa mest 8%. Vegsýn er alls staðar næg fyrir stöðvunarvegalegd, svo gögn um takmarkaða vegsýn vantar. Akreinabreidd hefur nokkuð góða dreifni fyrir allar vegbreiddir nema um 3 m breidd. Um 0-1 breytur má segja að breytan *qöfug* sé ekki góð því þverhalli er aðeins öfugur á einum mælistað, aðrar 0-1 breytur hafa ágæta dreifni. Fjarlægð frá þéttbýli hefur ágæta dreifni að 15 km, en lengri fjarlægðir vantar.

Á gröfunum má einnig sjá að fylgnin er veik fyrir allar breytur nema fjarlægð frá þéttbýli þar sem hún er miðlungs (sbr. flokkun í töflu 2.5). Auk þess sést að dreifni sumra breytna er lítil.

Gerð var margföld línuleg aðhvarfsgreining fyrir 85%-hraða með öllum átján breytunum samkvæmt aðferðinni sem lýst er í kafla 3.4.2. Út komu nokkur líkön með skýringarhlutfall yfir 0,7 og var eitt þeirra valið. Við það val var stuðst við eftirfarandi atriði:

- að engar tvær óháðar breytur hafi sterka fylgni hvor við aðra,
- að eðlilegt megi telja að breyta hafi áhrif á 85%-hraða,
- að stuðull hafi rökrétt formerki fyrir áhrif breytu á 85%-hraða, eða í það minnsta að það sé þá rökrétt í samhengi við formerki stuðuls annarrar breytu,
- að aðeins ein breyta sé fyrir hvert atriði, t.d. ekki bæði 0-1 breyta og metrabreyta fyrir breidd, eða sama atriðið með og án tölugildis,
- að breyta hafi góð gögn, s.s. ekki mjög litla dreifni, eða sé fasti alls staðar nema á einum stað.

Líkanið sem valið var uppfyllti öll atriðin og er jafna líkansins þessi:

$$\begin{aligned}
 V_{85} &= 101,9 - 0,05822 \cdot CCR_s + 1,413 \cdot q_{m vb} - 2,017 \cdot akrmj\acute{o} \\
 &- 4,953 \cdot buslmj\acute{o} - 0,001214 \cdot \acute{A}DU + 0,6748 \cdot fjarl
 \end{aligned}
 \tag{5.1}$$

$$leiðrR^2 = 0,7395$$

Þetta líkan spáir því að 85%-hraði sé fastinn 101,9 km/h sem lækkar með beygjugráðu, hækkar með auknum þverhalla ef hann er réttur en lækkar að sama skapi ef hann er öfugur, lækkar um u.þ.b. 2 km/h ef akrein er mjórri en 3,5 m og lækkar um u.þ.b. 5 km/h ef bundið slitlag á akrein og öxl er samtals minna en 5 m, lækkar með aukinni ársdagsumferð og hækkar eftir því sem lengra er frá þéttbýli.

Líkanið hefur sterka fylgni (sbr. töflu 2.5) og fleiri tölfræðiupplýsingar má finna í viðauka N, en þar er úttakið úr lokakeyrslunni í forritinu R. Þar má t.d. sjá að líkanið fellur innan við  $\pm 6$  km/h frá gögnunum um 85%-hraða.





## 6 Niðurstöður og umræður

### 6.1 Niðurstöður

Í lok 9. áratugarins voru sett fram tvö viðmið um samkvæmni í vegferli fyrir tveggja akreina vegi í dreifbýli: Að mismunur á ökuhraða og hönnunarhraða sé innan vissra marka og að mismunur á ökuhraða tveggja samliggjandi vegkafla sé innan vissra marka. Þessi mörk voru fundin með athugun á umfangsmiklum gagnasöfnum um 85%-hraða, slys og stika vegferils. Reiknuð var slysatíðni fyrir vegferla með lágmarksgildum veghönnunarreglna og mælt með því að stefna að helmingi lægri slysatíðni í nýjum hönnunarverkefnum. Þannig fengust gildi á mörk fyrir 85%-hraða.

Mörg lönd settu þessi viðmið inn í veghönnunarreglur. Þannig eru kröfur um 85%-hraða í íslenskum veghönnunarreglum, bandarískum, frönskum og grískum og í þeim erlendu fylgir formúla til að meta 85%-hraða. Kröfurnar voru einnig í þýskum og norskum reglum þar til í nýjustu útgáfu þeirra, en þar er búið að setja fram hönnunarflokka á þann hátt að hönnuðurinn þurfi ekki að meta 85%-hraða, og von er á þessari breytingu í Austurríki einnig. Í breskum og dönskum reglum er 85%-hraði notaður við ákvörðun á hönnunarhraða. Stikinn kemur ekki fyrir í sænsku reglunum.

Stikinn 85%-hraði lýsir því hvernig ökumenn nota veg. Hann er sá hraði sem 85% fólksbifreiða í frjálsu flæði á blautri akbraut er ekið á eða innan við. Þetta er punkthraði mældur að degi til utan asatíma með aðferð sem ökumenn verða sem minnst varir við. Misjafnt er í heimildum hvað miðað er við stórt úrtak, en með hliðsjón af þeim var hér miðað við 120 ökutæki. Gildið á 85%-hraða er það gildi í gögnunum sem er næst fyrir ofan 85%-hlutfallsmark (fraktíl). Stikinn 85%-hraði er notaður í umferðarverkfræði þegar fjallað er um umferð og þjónustustig. Ef gera á kröfur í veghönnun til 85%-hraða hér á landi er nauðsynlegt að hafa líkan byggt á íslenskum gögnum, því erlendar rannsóknir hafa sýnt að líkön eru mjög mismunandi eftir stað og tíma.

Í þessu verkefni voru gerð drög að slíku líkani. Var hraði mældur á tólf mælistöðum, á Hringvegi innan 100 km fjarlægðar frá Reykjavík og á Reykjanesbraut. Þetta eru fáir staðir miðað við erlendar rannsóknir. Var valið að nota þrjár ódýrustu hraðamæliaðferðirnar sem fundust: a) skeiðklukku og málband á þremur mælistöðum, b) ratsjá sem fest var á staur (tækið var fengið að láni hjá Kópavogsbæ) á fimm mælistöðum, c) gögn úr umferðargreinum Vegagerðarinnar á fjórum mælistöðum. Nákvæmni hraðamælinganna var metin. Nákvæmni stakrar hraðamælingar reyndist slök fyrir skeiðklukkumælinguna en ekki var gert upp á milli hinna tveggja. Hins vegar skiptir þessi nákvæmni ekki máli fyrir stika, sem byggist á öllu úrtakinu, eins og 85%-hraði, ef gert er ráð fyrir að skekkjur séu normlega dreifðar og leiðrétt er fyrir bjaga eins og hér var gert. Reyndist 85%-hraðinn hér ónákvæmur upp á mest  $\pm 2,5$  km/h miðað við 95% öryggisstig, og litlu nákvæmari en það ef úrtakið var verulega stærra en 120 ökutæki. Endurteknar mælingar á sama mælistað sýndu að munað gat allt að 4 km/h á 85%-hraða milli daga innan tíu daga tímabils, sem er tölfraðilega marktækur munur. Safnað var gögnum um vegferilinn og fleira á öllum tólf mælistöðunum.

Við líkangerðina var valin aðferð sem gerir ráð fyrir línulegu sambandi milli 85%-hraða og átta breytna, sem voru þessar:

$CCR_s$	beygjugráða stakrar beygju (gon/km)
$L$	lengd beygju (m)
$q$	þverhalli (%)
$vegsýn_s$	vegsýn fyrir stöðvunarvegalegd (m)
$b$	akreinarbreidd (m)
$S$	langhalli (%)
$ÁDU$	ársdagsumferð (ökut./sólarhr.)
$V_{sk}$	skiltaður hraði (km/h)

Í þeirri viðleitni að fá sem best skýringarhlutfall fyrir líkanið var bætt við fleiri breytum:

$q_{abs}$	tölugildi af þverhalla (%)
$q_{mvb}$	þverhalli með formerki eftir því hvort hallar inn í beygju eða út (%)
$qöfug$	hvort hallar út úr beygju eða inn (0-1)
$b_{buslöxl}$	breidd bundins slitlags á öxl (m)
$b_{busl}$	breidd bundins slitlags samtals á akrein og öxl (m)
$akrmjó$	mjó akrein, <3,5 m (0-1)
$buslöxlmjó$	mjótt bundið slitlag á öxl, <1,5 m (0-1)
$buslmjó$	mjótt bundið slitlag samtals á akrein og öxl, <5,0 m (0-1)
$vsslöng$	löng vegsýn fyrir stöðvunarvegalegd, >400 m (0-1)
$fjarl$	fjarlægð frá þéttbýli (km)

Athugað var hvernig fylgni 85%-hraða væri fyrir hverja breytu fyrir sig og var hún hvergi sterk. Hér reyndist mest fylgni vera við fjarlægð frá þéttbýli, en þar var skýringarhlutfallið 0,51 sem telst miðlungs fylgni. Athygli vekur að fylgni við beygjugráðu skyldi vera veik, en í sumum erlendum rannsóknum er hún nokkuð sterk.

Niðurstaðan úr margfaldri línulegri aðhvarfsgreiningu með 85%-hraða og öllum breytunum var líkan með sex óháðum breytum:  $CCR_s$ ,  $q_{mvb}$ ,  $akrmjó$ ,  $buslmjó$ ,  $ÁDU$  og  $fjarl$ . Líkanið hefur skýringarhutfallið 0,74 sem telst sterk fylgni. Líkanið fellur innan við  $\pm 6$  km/h frá gögnunum um 85%-hraða.

## 6.2 Umræður

Þegar litið er á allar veghönnunarreglur sem skoðaðar voru í þessu verkefni er oftast en ekki gerð krafa um samkvæmni í vegferli þannig að ökuhraði verði sem jafnastur, og því í það minnsta lýst á einhvern hátt í orðum hvað vegferillinn þarf þá að uppfylla. Sum lönd gefa upp formúlu til að reikna 85%-hraða út frá vegferli og gera kröfur um að 85%-hraðinn sé innan vissra marka, en sum lönd hafa breytt reglum sínum til að hönnuður þurfi ekki að meta 85%-hraða og hafa þá sett fram hönnunarflokka í staðinn.

Skv. nýlegri samantektarskýrslu um líkön fyrir 85%-hraða kemur fram að gerð líkana er í fullum gangi víða um heim. Þó er vert að geta þess að takmarkaðar upplýsingar fengust frá

Norðurlöndunum. Ritstjórar skýrslunnar komast að þeirri niðurstöðu að enn sé verk að vinna á þessu sviði.

Í þessu verkefni hafa verið sett fram fyrstu drög að líkani um 85%-hraða á Íslandi. Líkanið má nota innan þess gildissviðs sem gögnin sem líkanið var gert úr ná yfir, þó með þeim fyrirvörum sem fram koma í þessum kafla. Aðferðafræði líkangerðarinnar er hér ítarlega lýst og má byggja á þeim grunni við síðari tíma gerð líkana um 85%-hraða.

Hraðamæliaðferðirnar þrjár sem beitt var í þessu verkefni reyndust misjafnlega góðar og hentugar. Skeiðklukkuaðferð krafðist mun meiri vinnu en hinar bæði við mælingu og úrvinnslu og tveir menn þurfa að fara á mælistað. Þetta er ókostur þegar safna þarf gögnum á mörgum stöðum eins og við líkangerð sem þessa. Þar að auki leggja mælingamennirnir sig í nokkra hættu við þverun vegar. Hinar aðferðirnar byggjast hins vegar á dýrum tækjabúnaði sem þarf að hafa fyrir að láta virka rétt, en þær eru mun hraðvirkari þegar búið er að koma búnaðinum í gang og skila báðar ökuhraðanum beint. Með því að hafa mann við ratsjármælingu fást gögn sem ekkert þarf að vinna, en umferðargreinirinn safnar gögnum sjálfvirkt og þess vegna krefst það vinnu að velja úr gögnunum eftir á. Áhrif á öikumenn geta verið einhver við mönnuðu mælingarnar, og þá skiptir sennilega mestu máli hvort bifreið mælingamannsins er á áberandi stað eða ekki, og einnig hvort tækiskassinn sést. Því væri enn betra ef umferðargreinar væru staðsettir á fleiri og fjölbreyttari stöðum eða þá að hraðagögnum væri safnað með annarri aðferð en hér var gert, með mælíbúnaði sem væri alveg hulinn, sbr. búnað sem verið er að þróa erlendis. Auk þess yrðu afköst betri og gögnin ábyggilegri ef þau væru öll fengin með sömu aðferð.

Það að endurtekna mælingar á 85%-hraða á sama mælistað sýndu að munað gat allt að 4 km/h milli daga staðfestir að mældur 85%-hraði á aðeins við þann tíma þegar mæling fór fram.

Ef spurt er hvort hraðagögnin hafi verið nægilega nákvæmlega mæld má benda á að þau hafi verið það fyrir þessa líkangerð fyrst 85%-hraði fékkst með óvissuna  $\pm 2,5$  km/h en líkanið féll að gögnunum upp á  $\pm 6$  km/h og einnig má benda á erlendar rannsóknir þar sem leyfð var stærri óvissa á 85%-hraða, sbr. umfjöllun um 85%-hlutfallsmark í kafla 2.4.3.

Athugun á breytum sem reyndust marktækar í líkanið fyrir 85%-hraða sýnir að þó að breyta hafi ein og sér litla fylgni við háðu breytuna kemur það ekki í veg fyrir að hún geti verið marktæk í líkani með öðrum breytum. Mikill munur á skýringarhlutfalli líkansins og skýringarhlutfalli 85%-hraða við einhverja eina breytu staðfestir að 85%-hraðinn var háður fleiri en einni breytu.

Breyturnar sex sem reyndust marktækar í líkaninu eru hentugar breytur því gildi þeirra ættu að geta legið fyrir á hönnunarstigi vegar.

Það að tólf af átján breytum reyndust ekki marktækar má reyna að skýra:  $V_{sk}$  og  $q_{\text{öfug}}$  hafa litla eða enga dreifni og  $vegsýn_s$  að nokkru leyti ekki heldur, en hún var alls staðar nægileg, sbr. jöfnu (2.16) og veghönnunarreglur (Vegagerðin, 2010b), og gildi hennar ekki þekkt á þeim stöðum þar sem hún var lengri en 500 m. Því kemur heldur ekki á óvart að  $v_{sslöng}$  sé heldur ekki marktæk.  $q$ , þverhalli skilgreindur eins og í veghönnunarreglum með formerki miðað við miðlínu vegar, er síður líklegur til að hafa áhrif á hraða heldur en hvort hallar inn eða út úr beygju eins og hinar þverhallabreyturnar lýsa.  $S$  var alltaf  $< 5\%$ . Nokkrar breytur lutu í lægra haldi fyrir öðrum breytum um sama atriði: gögnin fyrir  $q_{abs}$

eru bara frábrugðin  $q_{mvb}$  á einum stað og reyndist  $q_{abs}$  síður marktæk þeirra tveggja.  $buslöxlmjó$  er línuleg samantekt af  $akrmjó$  og  $buslmjó$  og reyndist síst marktæk þeirra þriggja.  $b$ ,  $b_{buslöxl}$  og  $b_{busl}$  eru breytur sem lýsa breiddum í metrum og reyndust síður marktækar en breytur sem lýstu því sama sem 0-1. Eftir stendur einungis  $L$  ómarktæk án skýringa.

Nú voru mælistaðirnir hér mjög fáir eða aðeins tólf samanborið við átta til 261 í erlendum rannsóknum. Skýringarhlutfallið 0,74 er alveg í meðallagi miðað við erlend líkön, en það kann að vera vegna þess að auðveldara getur verið að láta líkan falla að takmörkuðum gögnum en umfangsmiklum.

Gögnin voru öll frá suð-vesturhorni landsins og fjarlægð frá þéttbýli ekki yfir 15 km, en sú breyta hafði ein og sér sterkustu fylgnina við 85%-hraða. Með mælingum í öðrum landshlutum myndu fást meiri fjarlægðir og þá gæti komið fram hvort fylgni fjarlægðar færi dvínandi og hvort aðrar breytur myndu sýna sterkari fylgni. Gögnin náðu heldur ekki til krappari vegferils en með 500 m beygjuradíá (beygjugráðu um 100 gon/km) á vegum með 90 km/h leyfilegan hámarkshraða. Takmörkuð dreifni var í sumum öðrum breytum. Það kann að hafa haft áhrif á hraðagögnin að þau voru ekki öll mæld með sömu aðferð og að ekki var heldur fulltryggt að hraðamæling hafi ekki haft áhrif á ökumenn. Það verður því að taka líkaninu með þeim fyrirvara að önnur eða meiri gögn gætu gefið aðra niðurstöðu.

### 6.3 Næstu skref

Ef stikinn 85%-hraði verður áfram notaður í veghönnunarreglum hér á landi væri ástæða til að búa til áreiðanlegt líkan fyrir hann. Til þess þyrfti ný og meiri gögn því 85%-hraði breytist með árunum auk þess sem gagnasöfnun þarf að ná til alls landsins og fjölbreyttari vegferils en hér var kannaður. Vert væri að skoða fleiri breytur til að prófa að aðhvarfsgreina við 85%-hraða, t.d. breytur um vegferilinn á undan mælistaðnum, um vegrið, hliðar-svæði og umhverfi, hlutfall þungra ökutækja, um tengingar inn á veginn og um hraðaeftirlit á staðnum. Mikilvægt er að söfnun hraðagagna fari fram án þess að ökumenn verði þess varir. Mælibúnaðurinn þyrfti helst að vera alveg hulinn, sbr. búnað sem verið er að þróa erlendis. Til að draga úr kostnaði mætti athuga að samnýta mælingarnar með öðrum rannsóknum eða athugnum á ökuhraða.

## 7 Lokaorð

Í þessari ritgerð hafa verið sett fram fyrstu drög að líkani fyrir stikann 85%-hraða á tveggja akreina vegum á Íslandi. Aðferðafræðinni við slíka líkangerð hefur verið lýst ítarlega ásamt fræðilegum undirstöðuatriðum í hönnun vegferils, sér í lagi varðandi jafnan ökuhraða og samkvæmni í vegferli.

Skoðun á veghönnunarreglum margra landa leiddi í ljós að gerðar hafa verið kröfur til 85%-hraða í mörgum löndum, þ.á.m. á Íslandi, til að tryggja samkvæmni í vegferli, en á síðustu árum hefur þó dregið úr því að tilgreint sé hvernig nákvæmlega eigi að tryggja þessa samkvæmni. Oftast kemur ekki annað í staðinn, en sum lönd hafa farið þá leið að skilgreina hönnunarflokka þannig að hönnuður þurfi ekki að hugsa um 85%-hraða.

Vert væri að huga að því hvaða kröfur eigi að gera til 85%-hraða í íslenskum veghönnunarreglum í framtíðinni. Ef niðurstaðan verður að gera áfram kröfur til þessa stika þá er ástæða til að gera áreiðanlegt líkan um 85%-hraða á Íslandi og má þá byggja á þeim grunni sem lagður var í þessu verkefni.



# Heimildir

- 4th International Symposium on Highway Geometric Design (2.-5. júní 2010). *Proceedings*. Sótt 20. september 2012 frá <http://www.4ishgd.valencia.upv.es/>
- AASHTO (2004). *Geometric Design of Highways and Streets*. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Anna María Jónsdóttir (2005). *Hagnýting umferðargreina – Umferðarflæði og ökubil – Meistaraverkefni*. Reykjavík: Verkfræðideild Háskóla Íslands. Júní.
- Bergdahl, F. (2007). *Automatisk trafiksäkerhetskontroll (ATK) – En studie av effekterna på fordonshastigheter*. Meistaraprófsritgerð, Uppsala Universitet. Sótt 30. október 2012 frá <http://www2.math.uu.se/research/pub/Bergdahl1.pdf>
- Birgir Hrafnkelsson (2007). *Fyrirlestrarnótur í tölfraði*. Reykjavík: Háskóli Íslands, raunvísindadeild, stærðfræðiskor.
- Chambers, M. (11. ágúst 2010). *Accelerate : Flash / Arduino Based Speed Detector*. Sótt 15. janúar 2012 frá Mike Chambers: <http://www.mikechambers.com/blog/2010/08/11/accelerate-flash-arduino-based-speedometer/>
- Choueiri, E.M. & Lamm, R. (1987). *Rural Roads Speed Inconsistencies Design Methods*. Research Report for the State University of New York, Research Foundation (Contract no.: RF320-PN72350), Part I. Albany, N.Y., U.S.A.
- Cox, R. & Arndt, O. (2010). Australian Experience with using Speed Prediction Models to determine accurate Design Speeds, ágrip. *4th International Symposium on Highway Geometric Design, 2.-5. júní 2010*. València: Universidad Politècnica de València. Sótt 30. október 2012 frá [http://www.4ishgd.valencia.upv.es/index\\_archivos/70.pdf](http://www.4ishgd.valencia.upv.es/index_archivos/70.pdf)
- DataCollect (2008). *User Manual – Radar Traffic Classifier SDR*. Kerpen: DataCollect Traffic Systems GmbH.
- DataCollect (2012). SDR. Sótt 29. október 2012 frá DataCollect: [http://www.datacollect.eu/index.php?article\\_id=35&clang=0](http://www.datacollect.eu/index.php?article_id=35&clang=0)
- Dimaiuta, M., Scott Himes, E.D. & Porter, R. (2011). Speed Models in North America. Í Y. Hassan, M. Sarhan & R. Porter (ritstj.), *Modeling Operating Speed – Synthesis Report* (Transportation Research Circular E-C151) (3-42). Washington: Transportation Research Board of the National Academies. Júlí. Sótt 30. október 2012 frá <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec151.pdf>
- Ford (2010). *Expedition specifications*. Sótt 24. september 2010 frá Ford: <http://www.ford.com/suvs/expedition/specifications/exterior/>

- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1995). *Richtlinien für die Anlage von Straßen – RAS – Teil: Linienführung – RAS-L*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2012). *Richtlinien für die Anlage von Landstraßen*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf.
- Fwa, T.F. (2006). *The Handbook of Highway Engineering*. Boca Raton, Florida: Taylor & Francis.
- Garber, N.J. & Hoel, L.A. (2010). *Traffic and Highway Engineering* (4. útg., SI). Stamford: Cengage Learning.
- Garmin (1999-2006). Iceland GPS kort DEM, version 3.00, © LIC\_831, R. Sigmundsson ID831. Rafrænt Íslandskort. MapSource, Version 6.10.2, © 1999-2006 Garmin Ltd. or its subsidiaries.
- Golden River Traffic (1998). *Marksman 660 – Documentation Set*. Bicester: Golden River Traffic.
- Greene, W. H. (2011). *Econometric Analysis* (7. útg.). Upper Saddle River, N.J.: Pearson Education.
- Guðmundur Arason, Eiríkur Bjarnason & Jón Rögnvaldsson (1974). *Ferill vega – Umferðartalningar – Hönnun steyptra vega – Umferðarforsendur – Flutningsgeta vega*. Reykjavík: Vegagerð ríkisins, brautadeild.
- Gustafsson, S., Forward, S., Larsson, J., Simonsson, L., Sörensen, G. & Vadeby, A. (2012). *Vägrafikens hastigheter – Kunskapsinventering* (VTI notat 6-2012). Linköping: VTI. Sótt 30. október 2012 frá <http://www.vti.se/sv/publikationer/vagtrafikens-hastigheter--kunskapsinventering/>
- Hall, F.L. (án dags.). Traffic Stream Characteristics. Í N. Gartner, C. J. Messer & A. K. Rathi (ritstj.), *Revised Monograph on Traffic Flow Theory*. Oak Ridge National Laboratory og Federal Highway Administration. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/operations/tft/index.cfm>
- Hassan, Y., Sarhan, M. & Porter, R. (ritstj.) (2011). *Modeling Operating Speed – Synthesis Report* (Transportation Research Circular E-C151). Washington: Transportation Research Board of the National Academies. Júlí. Sótt 30. október 2012 frá <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec151.pdf>
- Hou, Y., Sun, C. & Edara, P. (2011). *A Statistical Test for 85th and 15th Percentile Speeds Using the Asymptotic Distribution of Sample Quantiles*. Sótt 10. júlí 2016 frá ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/274439716\\_Statistical\\_Test\\_for\\_85th\\_and\\_15th\\_Percentile\\_Speeds\\_with\\_Asymptotic\\_Distribution\\_of\\_Sample\\_Quantiles](https://www.researchgate.net/publication/274439716_Statistical_Test_for_85th_and_15th_Percentile_Speeds_with_Asymptotic_Distribution_of_Sample_Quantiles)
- Isaksson, A. (1997). *En studie av hastigheter och tidluckor 1996 – Teknisk rapport* (Publikation 1997:85). Borlänge: Vägverket.



- Jóhannes Loftsson (2009). *Bestun á öxulflokkum umferðargreina – Byggt á samþættri greiningu vettvangsmælinga og þyngdargreinisgagna*. Reykjavík: Verkís og Vega-gerðin. Desember. Sótt 5. ágúst 2011 frá [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/BestunOxulflokkUmfgreina/\\$file/Bestun%20%C3%A1%20%C3%B6xulflokkun%20umfer%C3%B0argreina.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/BestunOxulflokkUmfgreina/$file/Bestun%20%C3%A1%20%C3%B6xulflokkun%20umfer%C3%B0argreina.pdf)
- Kistler (2012). *Messprinzip, WIM*. Sótt 2. nóvember 2012 frá Kistler: [http://www.kistler.com/ch\\_de-ch/712\\_MeasuringPrinciple/Messprinzip-WIM.html](http://www.kistler.com/ch_de-ch/712_MeasuringPrinciple/Messprinzip-WIM.html)
- Köppel, G. & Bock, H. (1970). Kurvigkeit, Stetigkeit und Fahrgeschwindigkeit. *Straße und Autobahn*, 8, 304-308.
- Lamm, R., Psarianos, B. & Mailaender, T. (1999). *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Landmælingar Íslands (án dags.). *Kortasjá*. Rafrænt Íslandskort. Sótt 24. nóvember 2014 frá Landmælingar Íslands: <http://atlas.lmi.is/kortasja/>
- Leisch, J.E. & Leisch, J.P. (1977). New Concepts in Design-Speed. *Transportation Research Record*, 631, 4-14.
- Mannering, F.L., Kilareski, W.P. & Washburn, S.S. (2005). *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis* (3. útg.). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Marion, J.B. & Hornyak, W.F. (1982). *Physics*. Philadelphia: Holt-Saunders.
- Martin, P.T., Feng, Y. & Wang, X. (2003). *Detector Technology Evaluation*. Salt Lake City: University of Utah, Department of Civil and Environmental Engineering. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.mountain-plains.org/pubs/pdf/MPC03-154.pdf>
- Mimbela, L.E. & Klein, L.A. (2000). *A Summary of Vehicle Detection and Surveillance Technologies used in Intelligent Transportation Systems*. Las Cruces: The Vehicle Detector Clearinghouse. 30. nóvember. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.fhwa.dot.gov/ohim/tvtw/vdstits.pdf>
- Nilsson, G. (2004). *Trafiksäkerhetsåtgärder och efterlevnad – Hastighetsanpassning, användning av bilbälte och nykter som bilförare* (VTI meddelande 951A · 2004). Linköping: Väg- och transportforskningsinstitutet. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.vti.se/sv/publikationer/trafiksakerhetsatgarder-och-efterlevnad--hastighetsanpassning-anvandning-av-bilbalte-och-nykter-som-bilforare/>
- NordFou (2012). *Aktuelle projekter*. Sótt 8. apríl 2015 frá [http://www.nordfou.org/ongoing\\_projects.html](http://www.nordfou.org/ongoing_projects.html)
- Perco, P. (2011). Speed Models in Other Regions and Road Types. Í Y. Hassan, M. Sarhan & R. Porter (ritstj.), *Modeling Operating Speed – Synthesis Report* (Transportation Research Circular E-C151) (76-86). Washington: Transportation Research Board of the National Academies. Júlí. Sótt 30. október 2012 frá <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec151.pdf>

- Psarianos, B. & Garcia, A. (2011). Speed Models in Europe. Í Y. Hassan, M. Sarhan & R. Porter (ritstj.), *Modeling Operating Speed – Synthesis Report* (Transportation Research Circular E-C151) (43-75). Washington: Transportation Research Board of the National Academies. Júlí. Sótt 30. október 2012 frá <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec151.pdf>
- Roess, R.P., Prassas, E.S. & McShane, W.R. (2004). *Traffic Engineering*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Ross, S.M. (2009). *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists* (4. útg.). Burlington: Elsevier Academic Press.
- Samsýn (2015). Já - Kort. Rafrænt Íslandskort. Sótt 12. október 2015 frá <http://ja.is/kort/?type=map>
- Sayed, T. & de Leur, P. (2005). Predicting the safety performance associated with highway design decisions: A case study of the Sea to Sky Highway. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32, 352-360.
- Staðlaráð Íslands (2007). *Système International d'Unités – SI-kerfið – Leiðbeiningar – Íslenskir staðlar*. Staðlaráð Íslands.
- Statens vegvesen (2008a). *Normaler – Håndbok 017 – Veg- og gateutformning*. Ósló: Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Maí. Sótt 31. október 2012 frá [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/61414/binary/14121](http://www.vegvesen.no/_attachment/61414/binary/14121)
- Statens vegvesen (2008b). *Vejledning – Håndbok 265 – Linjeføringsteori*. Ósló: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Teknologivdelingen. Maí. Sótt 31. október 2012 frá [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/61500/binary/14207](http://www.vegvesen.no/_attachment/61500/binary/14207)
- Svedung, C. (2005). *Hastigheter och tidluckor 2004 – Resultatrapport* (Publikation 2005: 2). Borlänge: Vägverket Konsult. 31. janúar. Sótt 24. október 2012 frá [http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3212/2005\\_2\\_Hastigheter\\_och\\_tidluckor\\_2004.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3212/2005_2_Hastigheter_och_tidluckor_2004.pdf)
- Texas Department of Transportation (2012). *Procedures for Establishing Speed Zones, Section 2: Determining the 85th Percentile Speed*. Sótt 4. júlí 2012 frá [http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/szn/determining\\_the\\_85th\\_percentile\\_speed.htm](http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/szn/determining_the_85th_percentile_speed.htm)
- Trafikverket (2012a). *Krav för vägars och gators utformning* (Trafikverkets publikation 2012:179). Borlänge: Trafikverket. Október. Sótt 23. janúar 2013 frá <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Utformning-av-vagar-och-gator/vgu/>
- Trafikverket (2012b). *Råd för vägars och gators utformning* (Trafikverkets publikation 2012:180). Borlänge: Trafikverket. Október. Sótt 23. janúar 2012 frá <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Utformning-av-vagar-och-gator/vgu/>

- Trafikverket (2012c). *Vägars och gators utformning – Begrepp och grundvärden* (Trafikverkets publikation 2012:199). Borlänge: Trafikverket. Október. Sótt 23. janúar 2013 frá <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Utformning-av-vagar-och-gator/vgu/>
- Umferðarlög nr. 50/1987. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.althingi.is/lagas/140b/1987050.html>
- Umferðarstofa (án dags.). *Umferðaröryggi*. Sótt 16. október 2012 frá <http://www.us.is/Apps/WebObjects/US.woa/wa/dp?id=4462>
- Vadeby, A. & Forsman, Å. (2010). *Utvärdering av nya hastighetsgränssystemet – Effekter på hastigheter. Etapp 1* (VTI notat 14-2010). Linköping: VTI. Sótt 25. október 2012 frá <http://www.vti.se/sv/publikationer/pdf/utvardering-av-nya-hastighetsgranssystemet--effekter-pa-hastigheter.pdf>
- Vägverket (2004). *Vägar och gators utformning, VGU* (VV Publikation 2004:80). Borlänge: Vägverket, Sektion Utformning av vägar och gator. Maí. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.trafikverket.se/vgu?si=716E69389DB767E965BF33D8C80AEE86&rid=1386353914&sn=trafikverketse>
- Vegagerðin (2001). *Vegstaðall – 03 Vegferill*. Reykjavík: Vegagerðin. Apríl.
- Vegagerðin (2010a). *Veghönnunarreglur – 01 Grunnatriði*. Reykjavík: Vegagerðin. 1. ágúst. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/veghonnunarreglur/>
- Vegagerðin (2010b). *Veghönnunarreglur – 03 Vegferill*. Reykjavík: Vegagerðin. 1. ágúst. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/veghonnunarreglur/>
- Vegagerðin (2011). *Veghönnunarreglur – 02 Þversnið*. Reykjavík: Vegagerðin. 10. janúar. Sótt 31. október 2012 frá <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/veghonnunarreglur/>
- Vegagerðin (2015a). *Slysatíðni*. Sótt 15. maí 2015 frá <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/umferdaroryggismal/slysatidni/>
- Vegagerðin (2015b). *Vegakerfið – Vegaskrá*. Sótt 12. október 2015 frá <http://www.vegagerdin.is/vegakerfid/vegaskra/>
- Vegagerðin (2012). *Umferð á þjóðvegum*. Sótt 17. nóvember 2012 frá Vegagerðin: <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/umferdin/umfthjodvegum/>
- Vegagerðin/Gatnamálastofa (2006). *Handbók um Yfirborðsmerkingar*. Reykjavík: Vegagerðin/Gatnamálastofa. 12. janúar. Sótt 10. janúar 2013 frá <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/yfirbordsmerkingar/>

Vegalög nr. 80/2007. Sótt 31. október 2012 frá  
<http://www.althingi.is/lagas/140b/2007080.html>

Vejdirektoratet (2012a). *Vejregler – Håndbog – Grundlag for udformning af trafikarealer – Anlæg og planlægning*. København: Vejdirektoratet/Transportministeriet. Október. Sótt 11. febrúar 2014 frá  
<http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?t=%2fV1%2fNavigation%2fTillidsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2f&q=Grundlag&docId=vd-anlaeg-vejgeo-grundlag2-full>

Vejdirektoratet (2012b). *Vejregler – Håndbog – Tracering i åbent land – Anlæg og planlægning – Afventer ikrafttreden af bindende bestemmelser*. København: Vejdirektoratet/Transportministeriet. Október. Sótt 11. febrúar 2014 frá  
<http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?t=%2fV1%2fNavigation%2fTillidsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2f&q=Tracering&docId=vd-anlaeg-vejgeo-tracering-full>

Wong, J. H. (1978). *Theory of Ground Vehicles*. New York: John Wiley & Sons.

Þorsteinn Þorsteinsson (1985). Hraðatakmarkanir. *Skipulagsmál Höfuðborgarsvæðisins*, 6(II), 25-28.

# Viðauki A: Um staðalfrávik og staðalskekkju

Almennt gildir um staðalfrávik stærðar  $f$ , sem er fall af öðrum stærðum sem eru óháðar hver annari og hafa staðalfrávik (þessi fullyrðing er byggð á riti Ara Ólafssonar prófessors um skekkjur og er þetta Taylor-nálgun):

$$f = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\sigma_f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \sigma_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \sigma_{x_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 \sigma_{x_n}^2}$$

Sérstakt tilfelli af þessu er þegar um er að ræða endurteknar mælingar þannig að  $f$  er meðaltal af nokkrum stærðum sem allar hafa sama staðalfrávik  $\sigma$ . Þá fæst almennt ef mælt er  $n$  sinnum að nýtt staðalfrávik  $f$  er:  $\sigma/\sqrt{n}$ . Þetta er staðalskekkja.



# Viðauki B: Bjagi og mæliskekkja í tímamælingu með skeiðklukku

Gert var sérstakt próf til að meta bjaga og mæliskekkju í tímamælingu með skeiðklukku og niðurstaðan borin saman við heimildir um tímatöku með skeiðklukku.

## Framkvæmd prófs

Dags. 16.6. 2011, framkvæmt af H.Þ.

Notuð var sama skeiðklukka og í hraðamælingum verkefnisins. Notað var úr af gerðinni Auguste Raymond Automatic en það er með sekúnduvísi sem líður yfir skífuna. Tíminn sem það tók sekúnduvísinn að fara 5 sekúndur var mældur með skeiðklukkunni. Var mælingin endurtekin 100 sinnum.

## Niðurstaða prófs

- hið sanna gildi á meðaltíma:  $\mu = 5$  s
- stærð úrtaks:  $n = 100$
- meðaltími:  $\bar{x} = 4,9723$  s
- staðalfrávik tíma:  $s = 0,1365$  s
- bjagi í tíma:  $\bar{x} - \mu = -0,0277$  s

Gert er mátgæðapróf til að meta hvort þessi bjagi sé marktækt frábrugðinn núlli. Notað er próf fyrir  $\mu$  í normaldreifingu, þegar  $\sigma^2$  óþekkt (Birgir Hrafnkelsson, 2007) ; (Ross, 2009):

1. Prófa á stikann  $\mu$ .
2. Núlltilgátan er:  $H_0: \mu = 5$ .
3. Gagntilgátan er:  $H_1: \mu \neq 5$ .
4. Jafna prófstærðarinnar er:  $t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$ .
5. Höfnunarsvæðið,  $\alpha = 0,05$ : Höfnum  $H_0$  ef:  $|t| > t_{\alpha/2, n-1} = t_{0,05/2, 100-1} = t_{0,025, 99} = 1,96$
6. Gildið á prófstærðinni er:  $t = \frac{4,9723 - 5}{0,1365/\sqrt{100}} = -2,03$
7. Ákvörðun:  $|t| = |-2,03| = 2,03 > 1,96$

$\Rightarrow$  höfnum  $H_0$  við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$

$\Rightarrow$  gögnin gefa til kynna að hið sanna meðalgildi á tíma sé ekki 5. Það þýðir að fyrst meðalgildið er satt, þá gefur prófið til kynna að það sé bjagi í mælingunni.

Skv. þessu prófi er bjaginn marktækt frábrugðinn núlli og er -0,03 s og staðalfrávik er 0,14 s.

## Niðurstaða um bjaga í tímamælingu með skeiðklukku

Kostur prófsins er að mælingamaður er sá sami og í verkefninu og einnig er  $n$  svipað og þar og því ætti prófið að gefa gott mat á bjaga vegna einbeitingar mælingamanns. Hins vegar náði prófið ekki yfir þær aðgerðir mælingamanns að greina ökutæki, flokka það og ákveða að taka tímann á því, en þetta eru aðgerðir sem gætu truflað hann við að setja skeiðklukkuna af stað en ekki við að stöðva hana. Því er gert ráð fyrir að prófið hafi gefið of lítinn bjaga.

Til samanburðar voru sex rannsóknarniðurstöður eða þumalfingursreglur fundnar á netinu um tímatöku með skeiðklukku. Allar heimildirnar sem fundust voru um spretthlaup þar sem tímaverðir setja skeiðklukku af stað við byssuskot en stöðva hana þegar hlaupari fer yfir endamark, sjá vefslóðir hér fyrir neðan.

Skv. þessum sex heimildum gefur tímataka með skeiðklukku yfirleitt lægri tölu en tímataka með rafbúnaði og var munurinn 0 s, 0,16 s, 0,24 s, 0,24 s, 0,25 s og 0,31 s, skv. hverri heimild fyrir sig. Gera má ráð fyrir að við byssuskot sé meiri seinkun á því að setja klukku af stað heldur en þegar fylgst er með ökutæki nálgt markalínu og því er talið að þessir bjarar séu stærri en á við um tímamælingu ökutækja.

Ákveðið var að reikna með bjaganum  $-0,05$  s í tímamælingu ökutækja með skeiðklukku.

## Niðurstaða um mæliskekkju í tímamælingu með skeiðklukku

Staðalfrávik í tímamælingu í vefheimildunum var sjaldnar en ekki gefið upp, en var aldrei hærra en prófsins. Ákveðið var að reikna með staðalfrávik  $s_{tj} = 0,14$  s í tímamælingu ökutækja með skeiðklukku.

### Heimildir

[http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2007/05000/Effect\\_of\\_Competitiveness\\_on\\_Forty\\_Yard\\_Dash.16.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2007/05000/Effect_of_Competitiveness_on_Forty_Yard_Dash.16.aspx)

<http://www.physicaleducationupdate.com/public/555.cfm>

<http://en.allexperts.com/q/Track-Field-2263/Hand-time-vs-Electronic.htm>

<http://www.gridironstuds.com/blog/the-fastest-40-yard-dash-ever/>

<http://answers.yahoo.com/question/index?qid=20100913232658AA8e8Yp>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20072055>



# **Viðauki C: Eyðublað fyrir hraðamælingu með skeiðklukku og málbandi**

## HRAÐAMÆLING MEÐ SKEIÐKLUKKU OG MÁLBANDI LÝSING STAÐHÁTTA

Dags. og vikudagur: \_\_\_\_\_

Kl. (tímabil): \_\_\_\_\_

Vegnúmer: \_\_\_\_\_ Vegheiti: \_\_\_\_\_

Hvar mælt: \_\_\_\_\_  
(lýsing) (geómetrísk afstaða) (stöð)

Akstursstefna: \_\_\_\_\_

Veðurskilyrði: \_\_\_\_\_

Veðurathugun Veðurstofu: \_\_\_\_\_  
(veðurstöð, kl., vindátt, vindhraði, hitastig)

Sjónlengd (skyggni): \_\_\_\_\_

Ástand vegar: \_\_\_\_\_  
(gamall, nýr, yfirlagður)

Akrein: \_\_\_\_\_ m \_\_\_\_\_

Öxl: \_\_\_\_\_ m \_\_\_\_\_  
(breidd) (slitlagsefni) (ástand yfirborðs:  
mjög gott/gott/sæmilegt/lélegt)

Yfirborðsmerkingar:

Skissa af vegkafla:

(sýnir m. a. skilti, radía, langhalla, þverhalla)

## HRADAMÆLING MEÐ SKEIÐKLUKKU OG MÁLBANDI TÍMAMÆLING

Skráður er tími  
í sekúndum og hundraðshlutum úr sekúndu.

Lestarstjórum með < \_\_ s forskot er sleppt.  
v táknað að ökutækið sé með eftirvagn.

Færsla nr.	Bífhjól	Fólksbílar	Jeppar	Pallbílar	Litir sendibílar
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					



# Viðauki D: Lengd og mæliskekkja lengdar í skeiðklukkumælingu, allir mælistaðir

Aðfengnar stærðir

Eftirfarandi stærðir eru ekki mældar inn heldur eru eftirfarandi gildi notuð:

- Radíi miðlínu vegar,  $R$ , er lesinn af teikningu sem Vegagerðin útvegar og g.r.f. að  $R$  sé fasti.
- Fólksbílsbreidd = 1,8 m, sbr. Veghönnunarreglur, 01 Grunnatriði
- Breidd málaðrar kantlínu = 0,1 m, sbr. Vegagerðin, Handbók um yfirborðsmerkingar
- Staðsetning ökutækis á akrein að jafnaði: Á miðri akrein, sjá nánar aftast í þessum viðauka.

Lengdin,  $l$

Lengdin  $l$  er aksturslengd ökutækisins miðs frá þeim stað sem fremsti hluti þess sker upp-hafssigtið og að þeim stað þar sem fremsti hluti þess sker endasigtið.

Látum fyrst  $l_y$  vera boglengdina yfir sigtið í fjarlægð  $y$  frá stikulínu nær. Látum  $A$  tákna boglengdina yfir sigtið í stikulínunni fjær,  $B$  tákna boglengdina yfir sigtið í stikulínu nær og  $C$  vera heildarbreidd þvert yfir veginn milli stikulína.

Fyrir beinan veg gildir eftirfarandi jafna fyrir lengdina:

$$l_y = B + (A - B) \cdot \frac{y}{C}$$

Nú liggur vegurinn í boga, en ef við látum  $A_y$  og  $B_y$  vera boglengdir  $A$  og  $B$  eftir að þeim hefur verið varpað í staðsetningu  $y$  (þ.e. skalaðar til miðað við radía) og  $R_y$ ,  $R_A$  og  $R_B$  vera radía vegarins í staðsetningu  $y$ , í stikulínu fjær og í stikulínu nær, þá gildir eftirfarandi fyrir lengdina  $l$ :

$$l_y = B_y + (A_y - B_y) \cdot \frac{y}{C} = B \cdot \frac{R_y}{R_B} + \left( A \cdot \frac{R_y}{R_A} - B \cdot \frac{R_y}{R_B} \right) \cdot \frac{y}{C}$$

sem má umrita í:

$$l_y(A, B, C_n, C_f, y) = B \cdot \frac{R - C_n + y}{R - C_n} + \left( A \cdot \frac{R - C_n + y}{R + C_f} - B \cdot \frac{R - C_n + y}{R - C_n} \right) \cdot \frac{y}{C_n + C_f}$$

þar sem:

$A$  er boglengd yfir sigtið í stikulínu fjær, þ.e. samanlögð lengd mældu strengjanna  $A_{si}$  umreiknuð yfir í boglengd

$B$  er boglengd yfir sigtið í stikulínu nær, þ.e. samanlögð lengd mældu strengjanna  $B_{si}$  umreiknuð yfir í boglengd

$C_f$  er meðalfjarlægð milli stikulínu fjær og miðlínu vegar

$C_f$  er meðalfjarlægð milli stikulínu nær og miðlínu vegar

$R$  er radíi miðlínu vegarins og er það fasti sem fæst uppgefinn

$y$  er fjarlægðin frá stikulínu nær og að þeim stað þar sem fremsti hluti ökutækis sker sigtílinu.

Þá þarf að finna  $l$  og eru það tvö tilfelli:

Tilfellið að allt sigtið sé öðru megin við augapunktinn:

Þá sker sama framhorn ökutækisins bæði upphafssigtið og endasigtið. Þá er  $y$  fjarlægð þeirrar hliðar ökutækisins frá stikulínu. Þá nægir einfaldlega að skala  $l_y$  miðað við radía til að finna  $l$  eða:

$$l = l_y \cdot \frac{R_y \pm \frac{\text{fólksbílsbreidd}}{2}}{R_y} = l_y \cdot \frac{R - C_n + y \pm 0,9}{R - C_n + y}$$

Tilfellið að augapunkturinn sé innan sigtisins:

Þá sker annað framhorn ökutækis upphafssigtið en hitt framhornið endasigtið. Hér er  $l_y$  fjarlægð miðs ökutækisins frá stikulínu. Nú þarf að áætla hvar í sigtinu augapunkturinn er. Látum  $x$  vera vogtölu milli 0 og 1, þannig að  $x$  segi til um hversu langt inni í sigtinu augapunkturinn er, talið frá upphafssigti. Látum  $R_x$  vera radía vegarins í augapunktinum og þá er  $R - R_x$  sama og fjarlægð augapunkts frá miðlínu vegar. Sjá afstöðu fjarlægða fyrir akrein nær á skissunni á næst bls.

Þá er:

$$l = l_y + l_1 - l_2$$

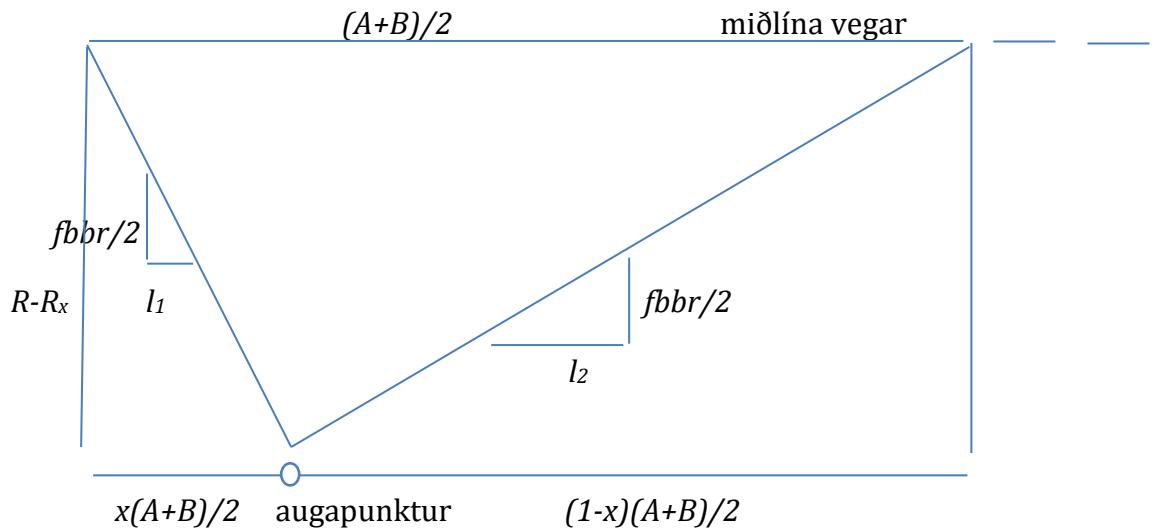
Þar sem:

$$l_1 = \frac{x(A+B)fbbr}{4(R-R_x)} \quad \text{og} \quad l_2 = \frac{(1-x)(A+B)fbbr}{4(R-R_x)}$$

Þá fæst:

$$l = l_y + \frac{(2x-1)(A+B)fbbr}{4(R-R_x)}$$

Sýna má fram á að sama jafna gildir um fjærakrein, en þá er  $x$  talið frá hægri.



Skissa fyrir akrein nær. Afstaða nokkurra fjarlægða í útreikningum á lengd í skeiðklukkumælingu.

### Staðalfrávik í lengdinni $l_y$

Til að reikna út staðalfrávik er til einföldunar notuð línulega jafnan fyrir  $l$ , þ.e. jafnan sem er fremst í kaflanum Lengdin,  $l$ .

Staðalfrávik  $l_y$  í öðru veldi hefur þá skv. viðauka A jöfnuna:

$$\sigma_{l_y}^2 = \left(\frac{\partial l_y}{\partial B}\right)^2 \sigma_B^2 + \left(\frac{\partial l_y}{\partial (A-B)}\right)^2 \sigma_{A-B}^2 + \left(\frac{\partial l_y}{\partial C}\right)^2 \sigma_C^2 + \left(\frac{\partial l_y}{\partial y}\right)^2 \sigma_y^2$$

Diffra:

$$\frac{\partial l_y}{\partial B} = 1; \quad \frac{\partial l_y}{\partial (A-B)} = \frac{y}{c}; \quad \frac{\partial l_y}{\partial C} = -\frac{(A-B)y}{c^2}; \quad \frac{\partial l_y}{\partial y} = \frac{A-B}{c}$$

Sett inn í jöfnu fyrir staðalfrávik  $l$  og reiknað út:

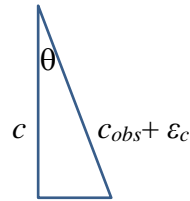
$$\sigma_{l_y}^2 = 1^2 \sigma_B^2 + \left(\frac{y}{c}\right)^2 \sigma_{A-B}^2 + \left(-\frac{(A-B)y}{c^2}\right)^2 \sigma_C^2 + \left(\frac{A-B}{c}\right)^2 \sigma_y^2$$

$$\sigma_{l_y}^2 = 1^2 \sigma_B^2 + \frac{y^2}{c^2} \sigma_{A-B}^2 + \frac{(A-B)^2 y^2}{c^4} \sigma_C^2 + \frac{(A-B)^2}{c^2} \sigma_y^2$$

### Almennt um bjaga og hornskekkju og tilsvarendi staðalfrávik

Hið undirliggjandi sanna gildi stærðar er lengdin  $c$ , sjá skissu hér fyrir neðan. Finna þarf metilinn  $\hat{c}$ . Þegar hornskekkja er í stærð þá er hin melda stærð bjöguð ( $c_{obs}$ ). Gera verður ráð fyrir að bjagaða stærðin hafi staðalfrávik ( $\sigma_{c,mæl}$ ) vegna mæliskekkju ( $\epsilon_c$ ) og auk þess

hafi hornskekkan staðalfrávik ( $\sigma_\theta$ ). Leiða má út formúlur fyrir bjaga  $c_{obs}$  og staðalfrávik  $\hat{c}$ :



Skissa sem sýnir hina sönnu lengd, hina mældu lengd og hornið þar á milli.

G.r.f. að  $\theta \sim N(0, \sigma_\theta^2)$  og  $\varepsilon_l \sim N(0, \sigma_{l,mæl}^2)$

en um  $X \sim N(0, \sigma_X^2)$  gildir almennt að:  $E[X^2] = \sigma_X^2$  og  $E[X^4] = 3\sigma_X^4$ .

$\cos \theta$  er nálgadur með Taylorröð og eru tveir möguleikar:

$$c_{obs} = \frac{c}{\cos \theta} + \varepsilon_c \approx \frac{c}{1 - \frac{1}{2}\theta^2} + \varepsilon_c$$

eða:

$$c_{obs} \approx \frac{c}{\cos \theta} + \varepsilon_c \approx l \left(1 + \frac{1}{2}\theta^2\right) + \varepsilon_c$$

Með seinni möguleikanum má rita:

$$c_{obs} \approx c + \frac{1}{2}c\theta^2 + \varepsilon_c$$

$$E[c_{obs}] \approx l + \frac{1}{2}c\sigma_\theta^2 + 0 = c \left(1 + \frac{1}{2}\sigma_\theta^2\right) \approx \frac{l}{1 - \frac{1}{2}\sigma_\theta^2}$$

Látum  $\hat{c}$  vera metil fyrir  $c$  þar sem  $\hat{c} = c_{obs} \left(1 - \frac{1}{2}\sigma_\theta^2\right)$ . Væntigildi  $\hat{c}$  er:

$$E[\hat{c}] = E \left[ c_{obs} \left(1 - \frac{1}{2}\sigma_\theta^2\right) \right] = \left(1 - \frac{1}{2}\sigma_\theta^2\right) E[c_{obs}] = \left(1 - \frac{1}{2}\sigma_\theta^2\right) \cdot \frac{c}{1 - \frac{1}{2}\sigma_\theta^2} = c$$

Finum nú:

$$\begin{aligned} E[c_{obs}^2] &= E \left[ c^2 \left(1 + \frac{1}{2}\theta^2\right)^2 + \varepsilon_c^2 + 2c \left(1 + \frac{1}{2}\theta^2\right) \varepsilon_c \right] \\ &= c^2 E \left[ \left(1 + \frac{1}{2}\theta^2\right)^2 \right] + E[\varepsilon_c^2] + 2c E \left[ \left(1 + \frac{1}{2}\theta^2\right) \right] E[\varepsilon_c] \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&= c^2 E \left[ \left( 1 + \theta^2 + \frac{1}{4} \theta^4 \right) \right] + E[\varepsilon_c^2] + 2c E \left[ \left( 1 + \frac{1}{2} \theta^2 \right) \right] \cdot 0 \\
&= c^2 \left( 1 + \sigma_\theta^2 + \frac{1}{4} \cdot 3\sigma_\theta^4 \right) + \sigma_{c,m\ae l}^2
\end{aligned}$$

Þá getum við reiknað:

$$Var[c_{obs}] = E[c_{obs}^2] - \{E[c_{obs}]\}^2 = \frac{1}{2} c^2 \sigma_\theta^4 + \sigma_{c,m\ae l}^2$$

Þar sem  $E \left[ c_{obs} \left( 1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 \right) \right] = c$  þá er:

$$\hat{c} = c_{obs} \left( 1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 \right) = c_{obs} - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 c_{obs}$$

góður metill fyrir  $c$  og bjagi  $\hat{c}$  er núll.

En bjagi  $c_{obs}$  er:  $b_{c_{obs}} = \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 c_{obs}$  og bjagastuðull  $c_{obs}$  er:

$$\text{bjagastuðull } c_{obs} = 1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2$$

$$Var[\hat{c}] \approx Var \left[ c_{obs} \left( 1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 \right) \right] \approx \left( 1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 \right)^2 \left( \frac{1}{2} c^2 \sigma_\theta^4 + \sigma_{c,m\ae l}^2 \right)$$

Góður metill fyrir staðalfrávik  $\hat{c}$  er þá:

$$\sigma_{\hat{c}} = \sqrt{Var[\hat{c}]} \approx \left( 1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 \right) \sqrt{\left( \frac{1}{2} \hat{c}^2 \sigma_\theta^4 + \sigma_{c,m\ae l}^2 \right)}$$

Áætlaðar stærðir á einstökum skekkjum (staðalfrávikum)

Áætla hornskekkju: Staðalfrávikid ( $\sigma_\theta$ ) er áætlað  $2^\circ$  sem jafngildir 0,035 rad.

$$\sigma_\theta = 0,035 \text{ rad}$$

Bjagastuðullinn er:

$$\text{bjagastuðull } c_{obs} = 1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 = 1 - \frac{1}{2} 0,035^2 = 0,9993875$$

Óbjagaður metill fyrir  $c$ , þ.e.  $\hat{c}$  er þá:

$$\hat{c} = 0,9993875 \cdot c_{obs}$$

og staðalfrávik metilsins  $\hat{c}$  er:

$$\sigma_{\hat{c}} = \left( 1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2 \right) \sqrt{\frac{1}{2} \hat{c}^2 \sigma_\theta^4 + \sigma_{c,m\ae l}^2} = 0,9993875 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} \hat{c}^2 \cdot 0,035^4 + \sigma_{c,m\ae l}^2}$$

Önnur áætluð staðalfrávik:

- Einstök lengdarmæling með málbandi, lengd á bilinu 25–50 m og endapunktur við stikur: staðalfrávik = 1 cm.
- Lengdarmæling þvert á veg, lengd á bilinu 2–10 m og endapunktur við stiku eða á miðja málaða línu: staðalfrávik = 1 cm.
- Þegar mælt er frá punkti í vegi sem sigtaður var inn frá augapunkti: staðalfrávik = 5 cm.
- Þegar ekki er mælt í miðlínu heldur gert ráð fyrir því að hún sé mitt á milli kantlína þá er staðalfrávik þess = 5 cm.
- Breidd fólksbíls: staðalfrávik = 10 cm (byggt á að smábílar eru um 1,7 m, milli-stórir fólksbílar um 1,8 m og jeppar um 2,0 m).
- Breidd á málaðri línu: staðalfrávik = 1 cm.
- $\sigma_{y,staðsetn} = 10$  cm (sbr. kafla um ákvörðun um meðalstaðsetningu ökutækis á akrein síðar í þessum viðauka).
- $\sigma_{y,flakk} = 0,26$  m fyrir Bolaöldur 0,23 m fyrir Arnarhamar og 0,24 m fyrir Kotstrandarkirkju (sbr. kafla um ákvörðun um hliðarflakk síðar í þessum viðauka)
- Vogtalan  $x$  er ekki mæld stærð heldur þarf að giska á hana. Gerum ráð fyrir að hægt sé að giska á hana með þeirri nákvæmni að staðalfrávik  $\delta$  í  $x$  sé 0,05 (einingalaus stærð).
- $\sigma_{R_x} = 0,5$  m ( $R - R_x$  er mælt upp af Garmin-korti).
- Staðalfrávik í  $l_1 - l_2$ :

$$f = l_1 - l_2 = \frac{(2x - 1)(A + B)fbbbr}{4(R - R_x)}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{(A+B)fbbbr}{2(R-R_x)}; \quad \frac{\partial f}{\partial(A+B)} = \frac{(2x-1)fbbbr}{4(R-R_x)}; \quad \frac{\partial f}{\partial fbbbr} = \frac{(2x-1)(A+B)}{4(R-R_x)}; \quad \frac{\partial f}{\partial R_x} = \frac{(2x-1)(A+B)fbbbr}{4(R-R_x)^2}$$

$$\begin{aligned} & \sigma_{l_1-l_2}^2 \\ &= \left( \frac{(A+B)fbbbr}{2(R-R_x)} \right)^2 \cdot \sigma_x^2 + \left( \frac{(2x-1)fbbbr}{4(R-R_x)} \right)^2 \cdot \sigma_{A+B}^2 + \left( \frac{(2x-1)(A+B)}{4(R-R_x)} \right)^2 \cdot \sigma_{fbbbr}^2 \\ &+ \left( \frac{(2x-1)(A+B)fbbbr}{4(R-R_x)^2} \right)^2 \cdot \sigma_{R-R_x}^2 \end{aligned}$$

### Ákvörðun um meðalstaðsetningu ökutækis á akrein

Rannsóknir eru ekki til en verið gæti að fyrir mjóar akreinar séu ökutæki ekki á miðri akrein. Ýmsar breytur ráða þessu, svo sem umferð á móti, beygjuradí og vegsýn, einnig hvort það eru hjólför, því margir reyna að aka ekki í hjólförum, sérstaklega þegar blautt er. Í Mannerling, Kilareski & Washburn (2005) á bls. 83 segir í sambandi við vegsýn þegar hindrun er til hliðar við veg, að miðað sé við akstursferil eftir miðri innstu akrein. Hér er miðað við að

ökutæki séu oftast á miðri akrein.

Þar sem þetta er ágiskun verður að reikna með ónákvæmni hennar með því að áætla staðalfrávik á staðsetninguna. Áætlað staðalfrávik er

$$\sigma_{y,staðsetn} = 0,10 \text{ m.}$$

### Ákvörðun um hliðarflakk

Í bókinn *Principles of Pavement Design* eftir Yoder & Witczak frá árinu 1975 segir að staðalfrávik sé 1 ft eða 0,305 m og er þá verið að fjalla um 12 ft breiðar akreinar eða 3,66 m. Þegar þetta staðalfrávik er skalað miðað við 3,5 m breiða akrein fæst:  $\sigma_{y,flakk} = 3,5/3,66 \cdot 0,305 = 0,29 \text{ m.}$

Sigurður Erlingsson prófessor hefur gert rannsókn á hliðarflakki á 2+1 vegi með köflum sem eru 1+1. Hafa ber í huga að aksturslagið á þeim köflum er ekki endilega eins og 1+1 vegum. Þessar tölur fengust um 1+1 kaflana:

Staður (1+1):	Akr.breidd:	Staðalfrávik:
A1	3,73 m	0,245 m
B1	3,72 m	0,235 m
C1	3,54 m	0,229 m
D1	3,52 m	0,213 m

Þetta er plottað í Excel og fundin besta beina lína og besta beina lína asem sker (0,0).

Besta beina lína:	Best beina lína sem sker (0,0):
$y = 0,1023x - 0,1405$	$y = 0,0636x$
$R^2 = 0,6364$	$R^2 = 0,7429$

Þar sem  $x$  er akreinarbreidd og  $y$  er staðalfrávik.

Akrein telst að málaðri kantlínu. Tekið er meðaltal af báðum akreinabreiddum á hverjum stað og g.r.f. staðalfrávik hornskekkju 0,035 rad sbr. fyrir í þessum viðauka. Þá fást þessi staðalfrávik:

Arnarhamar, akrbr. 3,281 m:	$\sigma_{y,flakk} = 0,20 \text{ m}$	$\sigma_{y,flakk} = 0,21 \text{ m}$
Kotstrandarkirkja, akrbr. 3,3825 m:	$\sigma_{y,flakk} = 0,21 \text{ m}$	$\sigma_{y,flakk} = 0,22 \text{ m}$
Bolaöldur, akrbr. 3,6305 m:	$\sigma_{y,flakk} = 0,23 \text{ m}$	$\sigma_{y,flakk} = 0,23 \text{ m}$
Ótiltekin 3,5 m breið akrein:	$\sigma_{y,flakk} = 0,22 \text{ m}$	$\sigma_{y,flakk} = 0,22 \text{ m}$

Ákveðið að fara millivegin milli Yoder & Witczak og Sigurðar og nota sambandið:

$$\sigma_{y,flakk} = 0,25 \text{ m fyrir } 3,5 \text{ m breiða akrein og skala það til m.v. akreinarbreidd}$$

Þá fæst fyrir hvern mælistað:

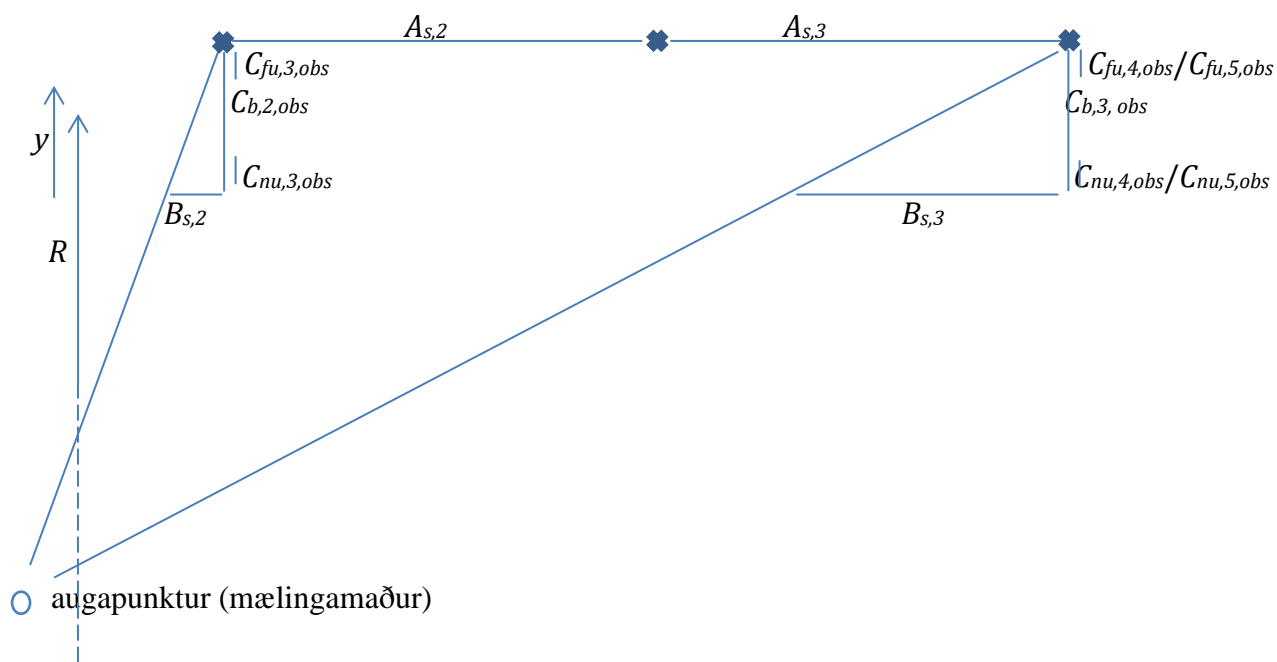
Arnarhamar:	$\sigma_{y,flakk} = 3,281/3,5 \cdot 0,25 = 0,23 \text{ m}$
Kotstrandarkirkja:	$\sigma_{y,flakk} = 3,3825/3,5 \cdot 0,25 = 0,24 \text{ m}$
Bolaöldur:	$\sigma_{y,flakk} = 3,6305/3,5 \cdot 0,25 = 0,26 \text{ m}$



# Viðauki E: Lengd og mæliskekkja lengdar fyrir skeiðklukkumælingu, mælistaður: Arnarhamar á Kjalarnesi

## Mæling

Mældar voru fjarlægðir  $A_{s,i}$  og  $B_{s,i}$  milli vegstika (✳) í sigtinu og fjarlægðir  $C_{j,l,obs}$  þvert á veg, sjá skissur hér fyrir neðan og á næstu bls., þar sem fyrri skissan á við hraðamælingu á fjærakrein og sú síðari á nærakrein, en hér var ekki sama stikubil notað fyrir báðar akreinar. Fótskriftin  $s$  vísar til strengs í hringboga og  $i$  er teljari fyrir stikubil eða sigti.  $j$  tekur gildin  $b$  fyrir heildarbreidd milli vegstika,  $nu$  fyrir fjarlægð m/m milli kantlínu og vegstiku nær augapunkti,  $fu$  fyrir sömu stærð fjær,  $l$  er teljari fyrir vegstiku og  $obs$  stendur fyrir observerað, þ.e. mældar stærð sem hugsanlega er bjöguð. Hér er gert ráð fyrir að  $C_{j,l}$  séu bjagaðar vegna hugsanlegrar hornskekkju þegar mælt er frá línu til línu, en að  $A_{s,i}$  og  $B_{s,i}$  hafi ekki bjaga því þær eru mældar frá punkti í punkt.

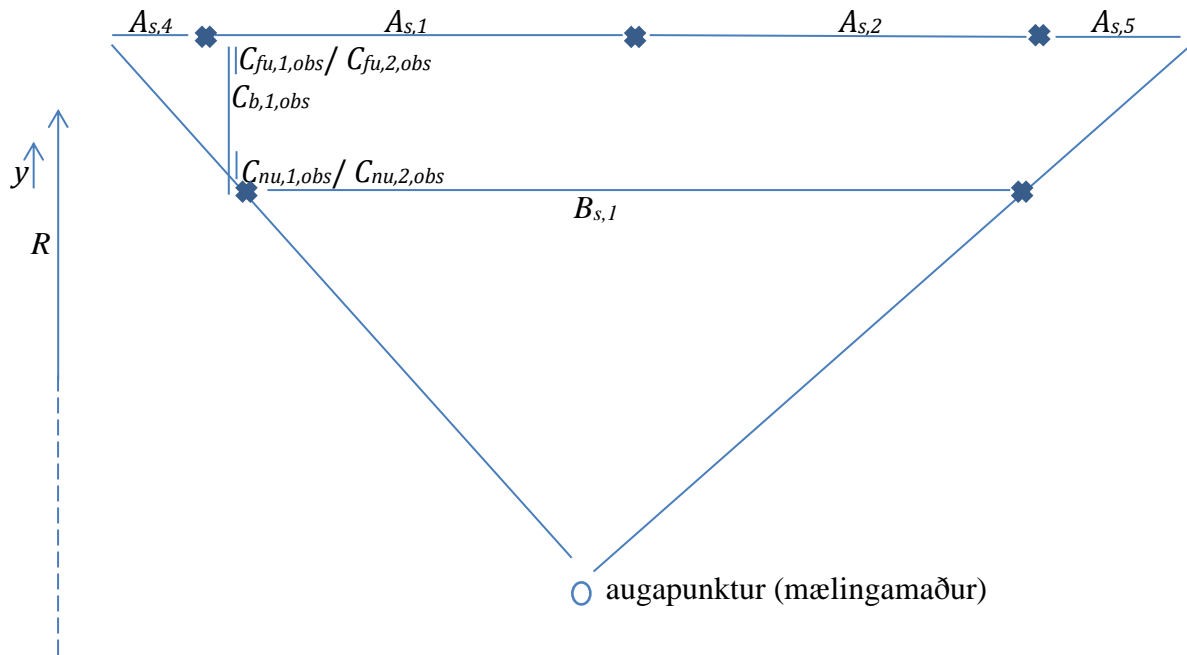


Skissa fyrir fjærakrein á mælistaðnum Arnarhamri á Kjalarnesi. Mældar fjarlægðir.

## Útreikningur

Þegar gert er ráð fyrir bjaga er nauðsynlegt að byrja á því að meta bjagann og afbjaga bjöguðu stærðirnar áður en farið er að reikna mæliskekkjur:

$b_{C_{j,l}}$  er bjagi í  $C_{j,l}$



Skissa fyrir nærakrein á mælistaðnum Arnarhamri á Kjalarnesi. Mældar fjarlægðir.

$$C_{j,l} = C_{j,l,obs} - b_{Cj,l}$$

Nú er hægt að reikna  $C_j$  sem eftirfarandi meðaltöl:

$$C_b = \frac{1}{3}(C_{b,1} + C_{b,2} + C_{b,3}),$$

$$C_{nu} = \frac{1}{5}(C_{nu,1} + C_{nu,2} + C_{nu,3} + C_{nu,4} + C_{nu,5}),$$

$$C_{fu} = \frac{1}{5}(C_{fu,1} + C_{fu,2} + C_{fu,3} + C_{fu,4} + C_{fu,5}).$$

Þá eru fjarlægðir milli miðlínu vegar og stikulínu:

$$C_n = \frac{1}{2}(C_b - C_{fu} + C_{nu}) \quad \text{og} \quad C_f = \frac{1}{2}(C_b + C_{fu} - C_{nu})$$

og heildarbreiddin milli stikulína:  $C = C_b$

Boglengdir milli vegstika eru reiknaðar út frá mældum strengjum milli vegstika:

$$\text{fyrir } i = 1, 2, 3, 4, 5: \quad A_i = 2 \cdot R_A \cdot \arcsin\left(\frac{A_{is}}{2R_A}\right)$$

$$\text{fyrir } i = 1, 2, 3: \quad B_i = 2 \cdot R_B \cdot \arcsin\left(\frac{B_{is}}{2R_B}\right)$$

$$\text{þar sem } R_A = R + C_f \quad \text{og} \quad R_B = R - C_n$$

Boglengdir í stikulínu yfir sigtin eru þá:

$$\text{fjærakrein: } A = A_2 + A_3 ; \quad B = (A_2 + A_3) \cdot \frac{R-C_n}{R+C_f} - (B_2 + B_3)$$

$$\text{nærakrein: } A = A_1 + A_2 + A_4 + A_5 ; \quad B = B_1$$

Akreinabreiddir eru:

$$akrbreidd_{nær} = akrbreidd_{fjær} = \frac{1}{2} \cdot (C_b - C_{fu} - C_{nu}) - \frac{1}{2} \cdot \text{kantlínubreidd}$$

Staðsetning aksturslínu,  $y$ , er áætluð miðað við að ökutæki sé að jafnaði á miðri akrein (sjá nánar í sérstökum kafla um meðalstaðsetningu ökutækis á akrein í viðauka D hér á undan).  $y_{fjær}$  er þá við fjærhorn ökutækis á fjærakrein.  $y_{nær}$  er við mitt ökutæki á nærakrein og vogtalan er  $x = 0,3$  m og þannig er:

$$y_{fjær} = C_n + 0,5 \cdot akrbreidd_{fjær} + 0,5 \cdot \text{fólksbílsbreidd}$$

$$y_{nær} = C_n - 0,5 \cdot akrbreidd_{nær}$$

þá má einfaldast rita:

$$y_{fjær} = \frac{3}{4} \cdot C_b - \frac{3}{4} \cdot C_{fu} + \frac{1}{4} \cdot C_{nu} - \frac{1}{4} \cdot klbr + \frac{1}{2} \cdot \text{fólksbílsbreidd}$$

$$y_{nær} = \frac{1}{4} \cdot C_b - \frac{1}{4} \cdot C_{fu} + \frac{3}{4} \cdot C_{nu} + \frac{1}{4} \cdot klbr$$

Skekkjur í mældum stærðum við Arnarhamar á Kjalarnesi:

- Í  $A$  og  $B$  : Tveir skekkjuvaldar: málbandsmæliskekkja alltaf og skekkja við að sigta punkt inn í línu ef við á.
  - $\sigma_{Ai,málb} = \sigma_{Bi,málb} = 0,01$  m
  - $\sigma_{Ai,sgt} = \sigma_{Bi,sgt} = 0,05$  m

Fjærakrein:

$$\text{➤ } \sigma_B = \sqrt{0,01^2 \cdot 4 + 0,05^2 \cdot 2} = 0,07348 \text{ m}$$

$$\text{➤ } \sigma_{A-B} = \sqrt{0,01^2 \cdot 2 + 0,05^2 \cdot 2} = 0,07211 \text{ m}$$

Nærakrein:

$$\text{➤ } \sigma_B = \sqrt{0,01^2 \cdot 1} = 0,01 \text{ m}$$

$$\text{➤ } \sigma_{A-B} = \sqrt{0,01^2 \cdot 5 + 0,05^2 \cdot 2} = 0,07416 \text{ m}$$

- Í  $C$  : Þrjú skekkjuvaldar: hornskekkja með bjaga, málbandsmæliskekkja og dreifni í úrtaki.
  - $\sigma_{Cj,l,málb} = 0,01$  m
  - $\sigma_{Cj,l,dreif} =$  staðalfrávik úrtaksins af  $C_j$  sem mælt er
  - $\sigma_{Cj,l,málb\&dreif} = \sqrt{\sigma_{Cj,l,málb}^2 + \sigma_{Cj,l,dreif}^2}$
  - $\sigma_{Cj,málb\&dreif} = \sigma_{Cj,l,málb\&dreif} / \sqrt{n}$ , þar sem  $n$  er fjöldi mælinga á  $C_j$

- $\sigma_{C_j} = \left(1 - \frac{1}{2}\sigma_\theta^2\right) \sqrt{\frac{3}{4}C_j^2 \cdot \sigma_\theta^4 + \sigma_{C_j, \text{málb\&dreif}}^2}$
- Að auki er fjórði skekkjuvaldurinn í  $C_f$  og  $C_n$  vegna óvissu í hversu nálægt miðlína er því að vera mitt á milli kantlína, staðalfrávik þess er 0,05 m.
- Í  $y$ : Þrjú skekkjuvaldar: Staðalfrávik í inntaksstærðum í formúlu  $y_k$  (þ.e. í  $C_n$ ,  $akr\text{breidd}_k$ ,  $fólksbílsbreidd$ ), óvissa í hvar á akreininni ökutæki er að jafnaði og hliðarflakk.
  - $\sigma_{y\text{fjær,formúlu}} =$   
 $0,01 = \sqrt{\left(\frac{3}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{Cb}^2 + \left(\frac{3}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{Cfu}^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{nu}^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{klbr}^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \sigma_{fbbr}^2}$
  - $\sigma_{ynær,formúlu} = \sqrt{\left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{Cb}^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{Cfu}^2 + \left(\frac{3}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{Cnu}^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{klbr}^2}$
  - $\sigma_{y, \text{staðsetn}} = 0,10$  m
  - $\sigma_{y, \text{flakk}} = 0,23$  m
  - $\sigma_{y\text{fjær}(nær)} = \sqrt{\sigma_{y\text{fjær}(nær), \text{formúlu}}^2 + 0,10^2 + 0,23^2}$
- Í  $x$ :  $\sigma_x = 0,05$
- Í  $R_x$ :  $\sigma_{Rx} = 0,5$  m

Útreikningar á lengd  $\hat{l}$  og mæliskekkju lengdar voru gerðar í Matlab.

## Matlabforrit fyrir mælistaðinn Arnarhamar

```
% Mældar lengdir
Asi = [48.9, 49.63, 50.72, 5.39, 8.37]; % A, strengur, i, og i er teljari
Bsi = [100.1, -2.6, 12.35]; % B, strengur, i,
Cfulobs = [1.10, 1.08, 1.30, 1.00, 0.98]; % C, fjær, utan akr, l, observerað og l
% er teljari
Cblobs = [8.92, 8.95, 8.95]; % C, heildarbreidd, l, observerað
Cnulobs = [1.17, 1.17, 1.15, 1.20, 1.22]; % C, nær, utan akr, l, observerað
% obs (observerað): mæld stærð sem hugsanlega
% er bjöguð
x = 0.3; % Vogatala fyrir nærakrein, hversu langt inni í
% sigti augapkt. er
Rx = 1404-74; % Radíi að augapkt., mælt af Garmin-korti

% Aðfengnar stærðir
R = 1404; % Radíi miðlínu vegarins
fbbr = 1.8; % Breidd fólksbílfreiðar
klbr = 0.10; % Breidd málaðrar kantlínu

% Áætlaðar skekkjur
sigmatheta = 0.035; % Staðalfrávik hornskekkju í málbandsmælingu
% þvert á veg
sigmamalb = 0.01; % Staðalfrávik í málbandsmælingu
sigmafbbbr = 0.10; % Staðalfrávik í breidd fólksbílfreiðar
sigmaklbr = 0.01; % Staðalfrávik í kantlínubreidd
sigmamidl = 0.05; % Staðalfrávik vegna ágiskunar að miðlína sé mitt
% á milli kantlína
sigmasigt = 0.05; % Staðalfrávik vegna endapunkts sem sigtaður er
% inn
sigmaystadsetn = 0.10; % Staðalfrávik vegna óvissu í staðsetn. ökutækis
```



```

                                á akrein
sigmayflakk = 0.23;           % Staðalfrávik í hliðarflakki ökutækis á akrein
sigmax = 0.05;              % Staðalfrávik í vogtölunni x
sigmaRx = 0.5;              % Staðalfrávik í radía að augapunkti

% ÚTREIKNINGAR
% Bjagi í C
bjagastudullC = 1 - sigmatheta^2/2
% Mat á C
Cful = Cfulobs*bjagastudullC;
Cbl = Cblobs*bjagastudull;
Cnul = Cnulobs*bjagastudullC;
Cfu = mean(Cful);
Cb = mean(Cbl);
Cnu = mean(Cnul);
Cf = 0.5*(Cb + Cf - Cnu);
Cn = 0.5*(Cb - Cf + Cnu);
C = Cb;
% Staðalfrávik í C
sigmaCfuldreif = std(Cful);
sigmaCbldreif = std(Cbl);
sigmaCnuldreif = std(Cnul);
sigmaCfulmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCfuldreif^2);
sigmaCbldmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCbldreif^2);
sigmaCnulmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCnuldreif^2);
n = length(Cful); % hversu oft málbandsmælt var fyrir Cjl: l=1,2,3,4,5
sigmaCfumalbogdreif = sigmaCfulmalbogdreif/sqrt(n);
sigmaCnumalbogdreif = sigmaCnuldmalbogdreif/sqrt(n);
n = length(Cbl); % hversu oft málbandsmælt var fyrir Cbl: l=1,2,3
sigmaCbmalbogdreif = sigmaCbldmalbogdreif/sqrt(n);
sigmaCfu = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cfu^2*sigmatheta^4 +
sigmaCfumalbogdreif^2);
2 x sigmaCb = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cb^2*sigmatheta^4 +
sigmaCbmalbogdreif^2);
sigmaCnu = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cnu^2*sigmatheta^4 +
sigmaCnumalbogdreif^2);
sigmaCf = sqrt(0.5^2*(sigmaCb^2+sigmaCfu^2+sigmaCnu^2)+sigmamidl^2);
sigmaCn = sqrt(0.5^2*(sigmaCb^2+sigmaCfu^2+sigmaCnu^2)+sigmamidl^2);
sigmaC = sigmaCb
% Mat á A og B
Ai = 2*(R+Cf)*asin(Asi/(2*(R+Cf)));
Bi = 2*(R-Cn)*asin(Bsi/(2*(R-Cn)));
Af = Ai(2)+Ai(3)
Bf = (Ai(2)+Ai(3))*(R-Cn)/(R+Cf)-Bi(2)-Bi(3)
An = Ai(1)+Ai(2)+Ai(4)+Ai(5)
Bn = Bi(1)
% Staðalfrávik í B og í A-B
sigmaBf = sqrt(sigmamalb^2*4+sigmasigt^2*2)
sigmaAminusBf = sqrt(sigmamalb^2*2+sigmasigt^2*2)
sigmaBn = sqrt(sigmamalb^2*1+sigmasigt^2*0)
2 x sigmaAminusBn = sqrt(sigmamalb^2*5+sigmasigt^2*2)
% Mat á akreinabreidd
akrbrf = 0.5*(Cb - Cf - Cnu) - 0.5*klbr
akrbrn = akrbrf
% Staðalfrávik í akreinabreidd
sigmaakrbrf =
sqrt(0.5^2*(sigmaCb^2+sigmaCfu^2+sigmaCnu^2+sigmaklbr^2)+sigmamidl^2)
sigmaakrbrn = sigmaakrbrf
% Mat á y
yf = 0.75*Cb - 0.75*Cfu + 0.25*Cnu - 0.25*klbr + 0.5*fbbr

```

```

yn = 0.25*Cb - 0.25*Cfu + 0.75*Cnu + 0.25*klbr
% Staðalfrávik í y
sigmayfform = sqrt(0.75^2*sigmaCb^2+0.75^2*sigmaCfu^2+0.25^2*sigmaCnu^2
...
+0.25^2*sigmaklbr^2+0.5^2*sigmafbbr^2);
sigmaynform = sqrt(0.25^2*sigmaCb^2+0.25^2*sigmaCfu^2+0.75^2*sigmaCnu^2
...
+0.25^2*sigmaklbr^2);
sigmayf = sqrt(sigmayfform^2+sigmaystadsetn^2+sigmayflakk^2)
sigmayn = sqrt(sigmaynform^2+sigmaystadsetn^2+sigmayflakk^2)

% Lengd og staðalfrávik lengdar
y = yf;
sigmay = sigmayf;
A = Af;
B = Bf;
sigmaB = sigmaBf;
sigmaAminusB = sigmaAminusBf;
Leinf = B+(A-B)/C*y
Lyf = B+y/C*(B*(R+Cf)/(R-Cn)-B)+y/C*((A-B*(R+Cf)/(R-Cn))/(R+Cf))*(R-
Cn+y);
Lfjaer = Lyf*(R-Cn+yf-0.9)/(R-Cn+yf)
sigmaL = sqrt(sigmaB^2+y^2/C^2*sigmaAminusB^2+(A-B)^2*y^2/C^4*sigmaC^2
...
+(A-B)^2/C^2*sigmay^2);
sigmaLfjaer = sigmaL

y = yn;
sigmay = sigmayn;
A = An;
B = Bn;
sigmaB = sigmaBn;
sigmaAminusB = sigmaAminusBn;
sigmaAplusB = sigmaAminusB;
Leinf = B+(A-B)/C*y
Lym = B+y/C*(B*(R+Cf)/(R-Cn)-B)+y/C*((A-B*(R+Cf)/(R-Cn))/(R+Cf))*(R-
Cn+y);
LlminusL2 = 1/4*(2*x-1)*(A+B)*fbbr/(R-Rx);
Lnaer = Lym + LlminusL2
sigmaLym = sqrt(sigmaB^2+y^2/C^2*sigmaAminusB^2+(A-B)^2*y^2/C^4*sigmaC^2
...
+(A-B)^2/C^2*sigmay^2);
sigmaLlminusL2 = sqrt((1/2*(A+B)*fbbr/(R-Rx))^2*sigmaC^2 ...
+(1/4*(2*x-1)*fbbr/(R-Rx))^2*sigmaAplusB^2 ...
+(1/4*(2*x-1)*(A+B)/(R-Rx))^2*sigmafbbr^2 ...
+(1/4*(2*x-1)*(A+B)*fbbr/(R-Rx)^2)^2*sigmaRx^2);
sigmaLnaer = sqrt(sigmaLym^2 + sigmaLlminusL2^2)

```

## Úttak Matlabforrits fyrir mælistaðinn Arnarhamar

```

bjagastudullC =
    0.9994
C =
    8.9345
sigmaC =
    0.0139
Af =
    100.3553
Bf =

```

```

89.9687
An =
112.2950
Bn =
100.1214
sigmaBf =
0.0735
sigmaAminusBf =
0.0721
sigmaBn =
0.0100
sigmaAminusBn =
0.0742
akrbrf =
3.2810
akrbrn =
3.2810
sigmaakrbrf =
0.0585
sigmaakrbrn =
0.0585
yf =
7.0527
yn =
2.8718
sigmayf =
0.2595
sigmayn =
0.2514
Leinf =
98.1676 (lengdin fjær þegar reiknað er með beinni veglínu, ekki notað)
Lfjaer =
98.0945 (lengdin fjær,  $\hat{l}$ , þegar reiknað er með að beygja er á veginum)
sigmaLfjaer =
0.3159 (staðalfrávik lengdar fjær,  $s_l$ )
Leinf =
104.0342 (lengdin nær þegar reiknað er með beinni veglínu, ekki notað)
Lnaer =
103.5016 (lengdin nær,  $\hat{l}$ , þegar reiknað er með að beygja er á veginum)
sigmaLnaer =
0.3682 (staðalfrávik lengdar nær,  $s_l$ )

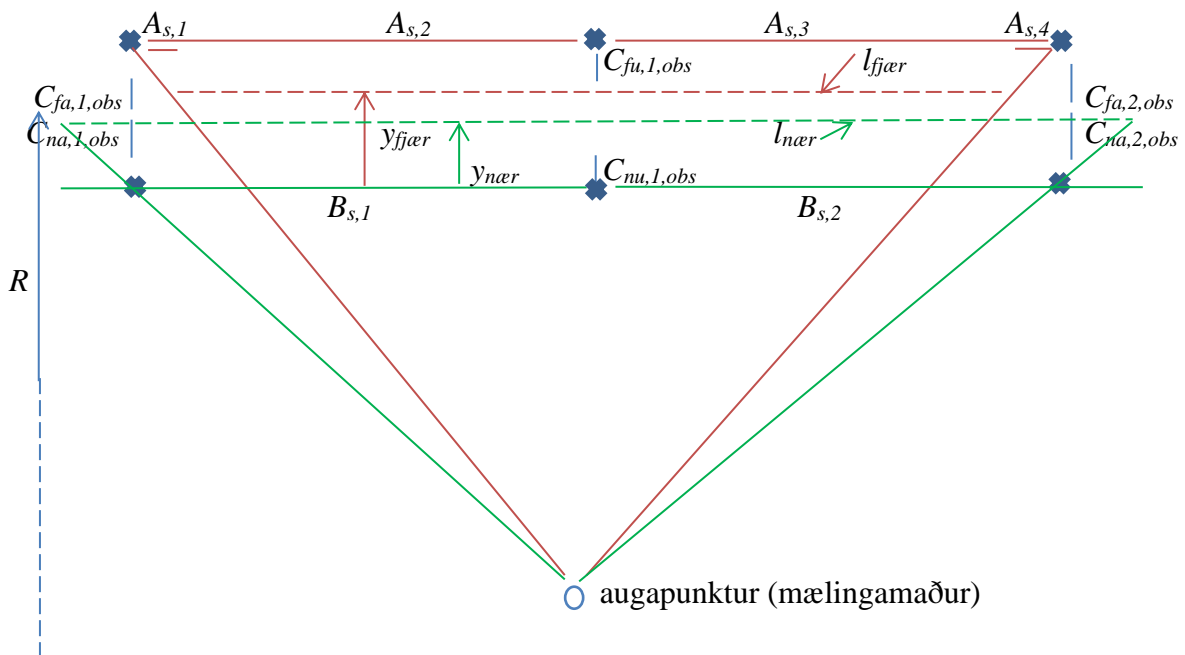
```



# Viðauki F: Lengd og mæliskekkja lengdar fyrir skeiðklukkumælingu, mælistaður: Kotstrandarkirkja

## Mæling

Mældar voru fjarlægðir  $A_{s,i}$  og  $B_{s,i}$  milli vegstika (♦) eða milli vegstiku og þess staðar í stikulínu sem ætlaður var vera á móts við enda aksturslengdar í sigtinu og fjarlægðir  $C_{j,l,obs}$  þvert á veg, sjá skissu. Fótskriftin  $s$  vísar til strengs í hringboga og  $i$  er teljari fyrir mælibil.  $j$  er stak í  $\{fu, fa, na, nu\}$  þar sem  $n$  táknar nærakrein,  $f$  fjærakrein (fjarlægð milli miðlínu og vegstiku m/m) og  $u$  utan akreinar (fjarlægð milli kantlínu og vegstiku m/m),  $l$  er teljari fyrir mælistað og  $obs$  stendur fyrir observerað þ.e. mælda stærð sem hugsanlega er bjöguð. Hér er gert ráð fyrir að  $C_{j,l}$  séu bjagaðar vegna hugsanlegrar hornskekkju þegar mælt er frá línu til línu, en að  $A_{s,i}$  og  $B_{s,i}$  hafi ekki bjaga því þær eru mældar frá punkti í punkt.



Skissa af mældum fjarlægðum á mælistaðnum Kotstrandarkirkju.

## Útreikningur

Þegar gert er ráð fyrir bjaga er nauðsynlegt að byrja á því að meta bjagann og afbjaga bjöguðu stærðirnar áður en farið er að reikna mæliskekkjur:

$b_{C_{j,l}}$  er bjagi í  $C_{j,l}$

$$C_{j,l} = C_{j,l,obs} - b_{C_{j,l}}$$

Nú er hægt að reikna  $C_j$  sem eftirfarandi meðaltöl:

Fjarlægðir milli miðlínu og kantlínu m/m:

$$C_{na} = \frac{1}{2}(C_{na,1} + C_{na,2}) \quad \text{og} \quad C_{fa} = \frac{1}{5}(C_{fu,1} + C_{fu,2})$$

Fjarlægðir milli kantlínu vegar og stikulínu:  $C_{nu} = C_{nu,1}$  og  $C_{fu} = C_{fu,1}$

Þá eru fjarlægðir milli miðlínu vegar og stikulínu:  $C_n = C_{na} + C_{nu}$  og  $C_f = C_{fa} + C_{fu}$

og heildarbreiddin milli stikulína:  $C = C_n + C_f$

Boglengdir milli vegstika eru reiknaðar út frá mældum strengjum milli vegstika:

$$\text{fyrir } i = 1, 2, 3, 4: \quad A_i = 2 \cdot R_A \cdot \arcsin\left(\frac{A_{is}}{2R_A}\right)$$

$$\text{fyrir } i = 1, 2, 3: \quad B_i = 2 \cdot R_B \cdot \arcsin\left(\frac{B_{is}}{2R_B}\right)$$

$$\text{þar sem } R_A = R + C_f \text{ og } R_B = R - C_n$$

Boglengdir í stikulínu sem svara til lendarinnar  $l$  í aksturslínu eru þá:

$$A = A_1 + A_2 - A_3 - A_4 ; \quad B = B_1 + B_2 ;$$

Akreinabreiddir eru:

$$akrbreidd_{nær} = C_n - C_{nu} - \frac{1}{2} \cdot kantlínubreidd$$

$$akrbreidd_{fjær} = C_f - C_{fu} - \frac{1}{2} \cdot kantlínubreidd$$

Staðsetning aksturslínu,  $y$ , er áætluð miðað við að ökutæki sé að jafnaði á miðri akrein (sjá um meðalstaðsetningu ökutækis á akrein í viðauka D),  $y_{fjær}$  er við mitt ökutæki á fjærakrein og  $y_{nær}$  er við mitt ökutæki á nærakrein og vogtalan er  $x = 0,5$  fyrir báðar akreinar, þannig er:

$$y_{fjær} = C_n + 0,5 \cdot akrbreidd_{fjær}$$

$$y_{nær} = C_n - 0,5 \cdot akrbreidd_{nær}$$

þá má einfaldast rita:

$$y_{fjær} = C_n + \frac{1}{2} \cdot C_f - \frac{1}{2} \cdot C_{fu} - \frac{1}{4} \cdot kantlínubreidd$$

$$y_{nær} = \frac{1}{2} \cdot C_n + \frac{1}{2} \cdot C_{nu} + \frac{1}{4} \cdot kantlínubreidd$$

Lengdin  $l$ :

Hér á ekki við að nota almennu jöfnuna í viðauka D, heldur gildir:

$$l_{fjær} = A \cdot \frac{R_{y,fjær}}{R_A} = A \cdot \frac{R + \frac{1}{2} \cdot C_f - \frac{1}{2} \cdot C_{fu} - \frac{1}{4} \cdot klbr}{R + C_f}$$

$$l_{nær} = B \cdot \frac{R_{y,nær}}{R_B} = B \cdot \frac{R - \frac{1}{2} \cdot C_n + \frac{1}{2} \cdot C_{nu} + \frac{1}{4} \cdot klbr}{R - C_n}$$

Þegar staðalfrávik er reiknað er gerð sú einföldun að  $\frac{R_{y,fjær}}{R_A}$  og  $\frac{R_{y,nær}}{R_B}$  séru fastar. Við það staðalfrávik bætist svo staðalfrávik vegna óvissu í vogtölunni  $x$ . Þá er:

$$\sigma_{l_{fjær}} = \sqrt{\left(\frac{R_{y,fjær}}{R_A} * \sigma_A\right)^2 + \sigma_{l_1-l_2}^2} \quad \text{og} \quad \sigma_{l_{nær}} = \sqrt{\left(\frac{R_{y,nær}}{R_B} * \sigma_B\right)^2 + \sigma_{l_1-l_2}^2}$$

Skekkjur í mældum stærðum við Kotstrandarkirkju:

- Í  $y$ : Tveir skekkjuvaldar: óvissa í hvar á akreininni ökutæki er að jafnaði og hliðarflakk.
  - $\sigma_{y,staðsetn} = 0,10$  m
  - $\sigma_{y,flakk} = 0,24$  m
  - $\sigma_y = \sqrt{0,10^2 + 0,24^2} = 0,26$  m
- Í  $A$  og  $B$ : Þrír skekkjuvaldar: málbandsmæliskekkja alltaf, skekkja við að sigta punkt inn í línu ef við á og skekkjur v/skekkju í  $y$ .
  - $\sigma_{Ai,málb} = \sigma_{Bi,málb} = 0,01$  m
  - $\sigma_{Ai,sgt} = \sigma_{Bi,sgt} = 0,05$  m
  - Skekkja í  $A$  vegna skekkju í  $y$ . Teiknað í Autocad, augapkt. 33 m frá vegmiðju:
    - 0,26 m hliðrun gerir  $0,259+0,288 = 0,547$  m =  $\sigma_{Ai,y}$
  - Skekkja í  $B$  vegna skekkju í  $y$ . Teiknað í Autocad, augapkt. 33 m frá vegmiðju:
    - 0,26 m hliðrun gerir  $0,385+0,389 = 0,774$  m =  $\sigma_{Bi,y}$
  - $\sigma_A = \sqrt{0,01^2 \cdot 4 + 0,05^2 \cdot 2 + 0,547^2} = 0,5519$  m
  - $\sigma_B = \sqrt{0,01^2 \cdot 2 + 0,05^2 \cdot 2 + 0,774^2} = 0,7774$  m
- Í  $C$ : Þrír skekkjuvaldar: hornskekkja með bjaga, málbandsmæliskekkja og dreifni í úrtaki.
  - $\sigma_{Cj,l,málb} = 0,01$  m
  - $\sigma_{Cj,l,dreif} =$  staðalfrávik úrtaksins af  $C_j$  sem mælt er
  - $\sigma_{Cj,l,málb\&dreif} = \sqrt{\sigma_{Cj,l,málb}^2 + \sigma_{Cj,l,dreif}^2}$
  - $\sigma_{Cj,málb\&dreif} = \sigma_{Cj,l,málb\&dreif} / \sqrt{n}$ , þar sem  $n$  er fjöldi mælinga á  $C_j$
  - $\sigma_{Cj} = \left(1 - \frac{1}{2} \sigma_\theta^2\right) \sqrt{\frac{3}{4} C_j^2 \cdot \sigma_\theta^4 + \sigma_{Cj,málb\&dreif}^2}$

- Í  $x$ :  $\sigma_x = 0,05$
- Í  $R_x$ :  $\sigma_{R_x} = 0,5$  m

Útreikningar á lengd  $\hat{l}$  og mæliskekkju lengdar voru gerðar í Matlab.

## Matlabforrit fyrir mælistaðinn Kotstrandarkirkju

```
% Mældar lengdir
Asi = [43.9,49.1,-4.6,0]; % A,strengur,i, og i er teljari
Bsi = [108.9,0]; % B,strengur,i,
Cfulobs = [3.15]; % C,fjær,utan akr,l,observerað og l er
                teljari
Cfalobs = [3.45,3.53]; % C,fjær,akrein,l,observerað
Cnalobs = [3.30,3.45]; % C,fjær,akrein,l,observerað
Cnulobs = [3.55]; % C,nær,utan akr,l, observerað
% obs (observerað): mæld stærð sem hugsanlega er
                bjöguð

x = 0.5; % Vogatala fyrir báðar akreinar, hversu langt
        inni í sigti augapkt. er
Rx = 500-33; % Radíi að augapkt., mælt af Garmin-korti

% Aðfengnar stærðir
R = 500; % Radíi miðlínu vegarins
fbbr = 1.8; % Breidd fólksbifreiðar
klbr = 0.10; % Breidd málaðrar kantlínu

% Áætlaðar skekkjur
sigmatheta = 0.035; % Staðalfrávik hornskekkju í málbandsmælingu
                  þvert á veg
sigmamalb = 0.01; % Staðalfrávik í málbandsmælingu
sigmafbbbr = 0.10; % Staðalfrávik í breidd fólksbifreiðar
sigmaklbr = 0.01; % Staðalfrávik í kantlínubreidd
sigmamidl = 0.05; % Staðalfrávik vegna ágiskunar að miðlína sé mitt
                  á milli kantlína
sigmasigt = 0.05; % Staðalfrávik vegna endapunkts sem sigtaður er
                  inn
sigmaystadsetn = 0.10; % Staðalfrávik vegna óvissu í staðsetn. ökutækis
                  á akrein
sigmayflakk = 0.24; % Staðalfrávik í hliðarflakki ökutækis á akrein
sigmax = 0.05; % Staðalfrávik í vogtölunni x
sigmaRx = 0.5; % Staðalfrávik í radía að augapunkti

% ÚTREIKNINGAR
% Bjagi í C
bjagastudullC = 1 - sigmatheta^2/2
% Mat á C
Cful = Cfulobs*bjagastudullC;
Cfal = Cfalobs*bjagastudullC;
Cnal = Cnalobs*bjagastudullC;
Cnul = Cnulobs*bjagastudullC;
Cfu = mean(Cful);
Cfa = mean(Cfal);
Cna = mean(Cnal);
Cnu = mean(Cnul);
Cf = Cfa + Cfu;
Cn = Cna + Cnu;
C = Cf + Cn
% Staðalfrávik í C
```



```

sigmaCfuldreif = std(Cful);
sigmaCfaldreif = std(Cfal);
sigmaCnaldreif = std(Cnal);
sigmaCnuldreif = std(Cnul);
sigmaCfulmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCfuldreif^2);
sigmaCfalmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCfaldreif^2);
sigmaCnalmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCnaldreif^2);
sigmaCnulmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCnuldreif^2);
n = length(Cful); % hversu oft málbandsmælt var fyrir Cju: l=1
sigmaCfumalbogdreif = sigmaCfulmalbogdreif/sqrt(n);
sigmaCnumalbogdreif = sigmaCnulmalbogdreif/sqrt(n);
n = length(Cfal); % hversu oft málbandsmælt var fyrir Cja: l=1,2
sigmaCfamalbogdreif = sigmaCfalmalbogdreif/sqrt(n);
sigmaCnamalbogdreif = sigmaCnalmalbogdreif/sqrt(n);
sigmaCfu = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cfu^2*sigmatheta^4 +
sigmaCfumalbogdreif^2);
sigmaCfa = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cfa^2*sigmatheta^4 +
sigmaCfamalbogdreif^2);
sigmaCna = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cna^2*sigmatheta^4 +
sigmaCnamalbogdreif^2);
sigmaCnu = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cnu^2*sigmatheta^4 +
sigmaCnumalbogdreif^2);
sigmaCf = sqrt(sigmaCfa^2 + sigmaCfu^2);
sigmaCn = sqrt(sigmaCna^2 + sigmaCnu^2);
sigmaC = sqrt(sigmaCf^2 + sigmaCn^2)
% Mat á A og B
Ai = 2*(R+Cf)*asin(Asi/(2*(R+Cf)));
Bi = 2*(R-Cn)*asin(Bsi/(2*(R-Cn)));
A = sum(Ai)
B = sum(Bi)
% Staðalfrávik í A og B
sigmaA = sqrt(sigmamalb^2*4+sigmasigt^2*2+0.547^2)
sigmaB = sqrt(sigmamalb^2*2+sigmasigt^2*2+0.774^2)
% Mat á akreinabreidd
akrbrf = Cfa - 0.5*klbr
akrbrn = Cna - 0.5*klbr
% Staðalfrávik í akreinabreidd
sigmaakrbrf = sqrt(sigmaCfa^2 + (sigmaklbr/2)^2)
sigmaakrbrn = sqrt(sigmaCna^2 + (sigmaklbr/2)^2)

% Lengd og staðalfrávik lengdar
Leinf = A
Lfjaer = A*(R+0.5*Cf-0.5*Cfu-0.25*klbr)/(R+Cf)
sigmaLlminusL2A = sqrt((1/2*(A+B)*fbbr/(R-Rx))^2*sigmax^2 ...
+ (1/4*(2*x-1)*fbbr/(R-Rx))^2*(sigmaA^2+sigmaB^2)
...
+ (1/4*(2*x-1)*(A+B)/(R-Rx))^2*sigmafbbbr^2 ...
+ (1/4*(2*x-1)*(A+B)*fbbr/(R-Rx)^2)^2*sigmaRx^2);
sigmaLfjaer = sqrt((sigmaA*(R+0.5*Cf-0.5*Cfu-0.25*klbr)/(R+Cf))^2 +
sigmaLlminusL2A^2)

Leinf = B
Lnaer = B*(R-0.5*Cn+0.5*Cnu+0.25*klbr)/(R-Cn)
sigmaLlminusL2B = sigmaLlminusL2A;
sigmaLnaer = sqrt((sigmaB*(R-0.5*Cn+0.5*Cnu+0.25*klbr)/(R-Cn))^2 +
sigmaLlminusL2B^2)

```

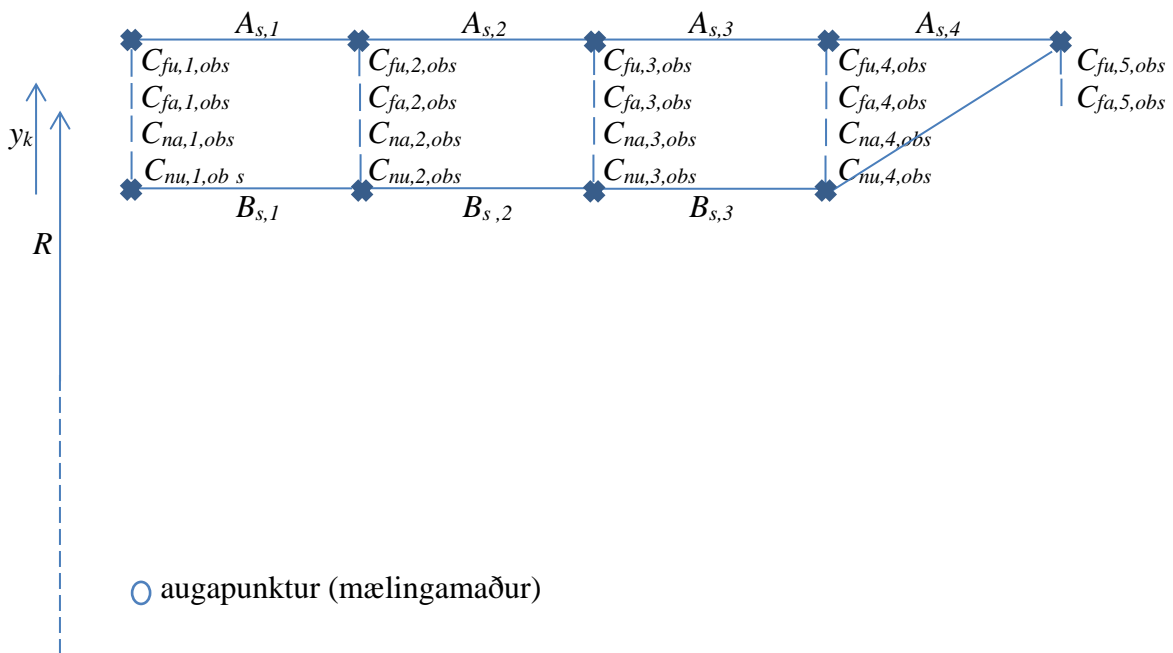
## Úttak Matlabforrits fyrir mælistaðinn Kotstrandarkirkju

```
bjagastudullC =
    0.999
sigmaC =
    0.0868
A =
    88.4330
B =
    109.1226
sigmaA =
    0.5519
sigmaB =
    0.7774
akrbrf =
    3.4379
akrbrn =
    3.3229
sigmaakrbrf =
    0.0410
sigmaakrbrn =
    0.0755
Leinf =
    88.4330      (lengdin fjær þegar reiknað er með beinni veglínu, ekki notað)
Lfjaer =
    87.5747      (lengdin fjær þegar reiknað er með að beygja er á veginum)
sigmaLfjaer =
    0.6093      (staðalfrávik lengdar fjær,  $s_l$ )
Leinf =
    109.1226     (lengdin nær þegar reiknað er með beinni veglínu, ekki notað)
Lnaer =
    110.2865     (lengdin nær þegar reiknað er með að beygja er á veginum)
sigmaLnaer =
    0.8305      (staðalfrávik lengdar nær,  $s_l$ )
```

# Viðauki G: Lengd og mæliskekkja lengdar fyrir skeiðklukkumælingu, mælistaður: Bolaöldur

## Mæling

Mældar voru fjarlægðir  $A_{s,i}$  og  $B_{s,i}$  milli vegstika (✳) í sigtinu og fjarlægðir  $C_{j,l,obs}$  þvert á veg, sjá skissu. Fótskriftin  $s$  vísar til strengs í hringboga og  $i$  er teljari fyrir stikubil.  $j$  er stak í  $\{fu, fa, na, nu\}$  þar sem  $n$  táknar nærakrein og  $f$  fjærakrein,  $a$  táknar á akrein (fjarlægð milli miðlínu og kantlínu m/m) og  $u$  utan akreinar (fjarlægð milli kantlínu og vegstiku m/m),  $l$  er teljari fyrir vegstiku og  $obs$  stendur fyrir observerað þ.e. melda stærð sem hugsanlega er bjöguð. Hér er gert ráð fyrir að  $C_{j,l}$  séu bjagaðar vegna hugsanlegrar hornskekkju þegar mælt er frá línu til línu, en að  $A_{s,i}$  og  $B_{s,i}$  hafi ekki bjaga því þær eru mældar frá punkti í punkt.



Skissa af mældum fjarlægðum á mælistaðnum Bolaöldum.

## Útreikningur

Þegar gert er ráð fyrir bjaga er nauðsynlegt að byrja á því að meta bjagann og afbjaga bjöguðu stærðirnar áður en farið er að reikna mæliskekkjur:

$b_{C_{j,l}}$  er bjagi í  $C_{j,l}$

$$C_{j,l} = C_{j,l,obs} - b_{C_{j,l}}$$

Nú er hægt að reikna  $C_j$  sem eftirfarandi meðaltöl:

$$C_{na} = \frac{1}{4}(C_{na,1} + C_{na,2} + C_{na,3} + C_{na,4}) \quad \text{og} \quad C_{fa} = \frac{1}{5}(C_{fa,1} + C_{fa,2} + C_{fa,3} + C_{fa,4} + C_{fa,5})$$

$$C_{nu} = \frac{1}{4}(C_{nu,1} + C_{nu,2} + C_{nu,3} + C_{nu,4}) \quad \text{og} \quad C_{fu} = \frac{1}{5}(C_{fu,1} + C_{fu,2} + C_{fu,3} + C_{fu,4} + C_{fu,5})$$

Ath. að ekki er nauðsynlegt að mæla lengdir þvert á veg nema við hvorn enda kaflans, en fyrst mælt var hér á 4 og 5 stöðum þá eru öll gildin notuð.

Þá eru fjarlægðir milli miðlínu vegar og stikulínu:  $C_n = C_{na} + C_{nu}$  og  $C_f = C_{fa} + C_{fu}$

og heildarbreiddin milli stikulína:  $C = C_n + C_f$

Boglengdir milli vegstika eru reiknaðar út frá mældum strengjum milli vegstika:

$$\text{fyrir } i = 1, 2, 3, 4: \quad A_i = 2 \cdot R_A \cdot \arcsin\left(\frac{A_{is}}{2R_A}\right)$$

$$\text{fyrir } i = 1, 2, 3: \quad B_i = 2 \cdot R_B \cdot \arcsin\left(\frac{B_{is}}{2R_B}\right)$$

$$\text{þar sem } R_A = R + C_f \quad \text{og} \quad R_B = R - C_n$$

Boglengdir í stikulínu yfir sigtið eru þá:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 ; \quad B = B_1 + B_2 + B_3 ;$$

þar sem hvert  $A_i$  og  $B_i$  er meðaltal af tveimur mælingum, því þessi mæling var endurtekin.

Akreinabreiddir eru:

$$akrbreidd_{nær} = C_{na} - \frac{1}{2} \cdot kantlínubreidd$$

$$akrbreidd_{fjær} = C_{fa} - \frac{1}{2} \cdot kantlínubreidd$$

Staðsetning aksturslínu,  $y$ , er áætluð miðað við að ökutæki sé að jafnaði á miðri akrein (sjá nánar í sérstökum kafla um meðalstaðsetningu ökutækis á akrein í viðauka D hér á undan).  $y_{fjær}$  er við fjærhorn ökutækis á fjærakrein og  $y_{nær}$  er við nærhorn ökutækis á nærakrein og þannig er:

$$y_{fjær} = C_n + 0,5 \cdot akrbreidd_{fjær} + 0,5 \cdot fólksbílsbreidd$$

$$y_{nær} = C_n - 0,5 \cdot akrbreidd_{nær} - 0,5 \cdot fólksbílsbreidd$$

þá má einfaldast rita:

$$y_{fjær} = C_{nu} + C_{na} + \frac{1}{2} \cdot C_{fa} - \frac{1}{4} \cdot kantlínubreidd + \frac{1}{2} \cdot fólksbílsbreidd$$

$$y_{nær} = C_{nu} + \frac{1}{2} \cdot C_{na} + \frac{1}{4} \cdot \text{kantlínubreidd} - \frac{1}{2} \cdot \text{fólksbílsbreidd}$$

Lengdin  $l$  er reiknuð skv. almennu jöfnuna í viðauka D.

Skekkiur í mældum stærðum við Bolaöldur:

- Í  $A$  og  $B$  : Einn skekkjuvaldur: málbandsmæliskekkja.
  - $\sigma_{A_i} = \sigma_{B_i} = 0,01/\sqrt{n}$ , þar sem  $n$  er hversu oft  $A_i$  eða  $B_i$  var mælt. Hér er  $n = 2$ .
  - $\sigma_B = \sqrt{1^2 \cdot (0,01/\sqrt{2})^2 \cdot 3} = 0,01225 \text{ m}$
  - $\sigma_{A-B} = \sqrt{1^2 \cdot (0,01/\sqrt{2})^2 \cdot 7} = 0,01871 \text{ m}$
- Í  $C$  : Þrjú skekkjuvaldar: hornskekki með bjaga, málbandsmæliskekkja og dreifni í úrtaki.
  - $\sigma_{C_j,l,málb} = 0,01 \text{ m}$
  - $\sigma_{C_j,l,dreif} =$  staðalfrávik úrtaksins af  $C_j$  sem mælt er
  - $\sigma_{C_j,l,málb\&dreif} = \sqrt{\sigma_{C_j,l,málb}^2 + \sigma_{C_j,l,dreif}^2}$
  - $\sigma_{C_j,málb\&dreif} = \sigma_{C_j,l,málb\&dreif}/\sqrt{n}$ , þar sem  $n$  er fjöldi mælinga á  $C_j$
  - $\sigma_{C_j} = \left(1 - \frac{1}{2}\sigma_\theta^2\right) \sqrt{\frac{3}{4}C_j^2 \cdot \sigma_\theta^4 + \sigma_{C_j,málb\&dreif}^2}$
- Í  $y$ : Þrjú skekkjuvaldar: Staðalfrávik í inntaksstærðum í formúlu (þ.e. í  $C_{nu}$ ,  $C_{na}$ ,  $C_{fa}$ ,  $\text{kantlínubreidd}$  og  $\text{fólksbílsbreidd}$ ), óvissa í hvar á akreininni ökutæki er að jafnaði og hliðarflakk.
  - $\sigma_{y,fjær,formúlu} = \sqrt{\sigma_{C_{nu}}^2 + \sigma_{C_{na}}^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \sigma_{f_a}^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{klbr}^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \sigma_{f_{bbr}}^2}$
  - $\sigma_{y,nær,formúlu} = \sqrt{\sigma_{C_{nu}}^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \sigma_{C_{na}}^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^2 \cdot \sigma_{klbr}^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \sigma_{f_{bbr}}^2}$
  - $\sigma_{y,staðsetn} = 0,10 \text{ m}$
  - $\sigma_{y,flakk} = 0,26 \text{ m}$
  - $\sigma_{y,fjær(nær)} = \sqrt{\sigma_{y,fjær(nær),formúlu}^2 + 0,10^2 + 0,26^2}$

Útreikningar á lengd  $\hat{l}$  og mæliskekkju lengdar voru gerðar í Matlab.

Matlabforrit fyrir mælistaðinn Bolaöldur

```
% Mældar lengdir
Asie = [24.5,24.6,24.33,26.05];           % A,strengur,i,eldri mæling og i er teljari
Bsie = [24.5,24.7,24.05];                 % B,strengur,i,eldri mæling
Asiy = [24.5,24.6,24.34,26.06];          % A,strengur,i,yngri mæling
Bsiy = [24.51,24.68,24.03];              % B,strengur,i,yngri mæling
Cfulobs = [2.08,2.11,2.16,2.13,2.14];    % C,fjær,utan akr,l,observerað og l er teljari
Cfalobs = [3.72,3.65,3.58,3.57,3.52];    % C,fjær,á akr,l, observerað
```

```

Cnalobs = [3.68,3.78,3.77,3.80];      % C,nær,á akr,1, observerað
Cnulobs = [2.90,2.67,2.54,2.62];      % C,nær,utan akr,1, observerað
                                     % obs (observerað): mæld stærð sem hugsanlega
                                     er bjöguð

% Aðfengnar stærðir
R = 5010.25;                          % Radíi miðlínu vegarins
fbbr = 1.8;                            % Breidd fólksbifreiðar
klbr = 0.10;                           % Breidd málaðrar kantlínu

% Áætlaðar skekkjur
sigmatheta = 0.035;                   % Staðalfrávik hornskekkju í málbandsmælingu
                                     þvert á veg
sigmamalb = 0.01;                     % Staðalfrávik í málbandsmælingu
sigmafbbbr = 0.10;                    % Staðalfrávik í breidd fólksbifreiðar
sigmaklbr = 0.01;                     % Staðalfrávik í kantlínubreidd
sigmaystadsetn = 0.10;                % Staðalfrávik vegna óvissu í staðsetn. ökutækis
                                     á akrein
sigmayflakk = 0.26;                   % Staðalfrávik í hliðarflakki ökutækis á akrein

% ÚTREIKNINGAR
% Bjagi í C
bjagastudullC = 1 - sigmatheta^2/2;
% Mat á C
Cful = Cfulobs*bjagastudullC;
Cfal = Cfalobs*bjagastudullC;
Cnal = Cnalobs*bjagastudullC;
Cnul = Cnulobs*bjagastudullC;
Cfu = mean(Cful);
Cfa = mean(Cfal);
Cna = mean(Cnal);
Cnu = mean(Cnul);
Cf = Cfa + Cfu;
Cn = Cna + Cnu;
C = Cf + Cn
% Staðalfrávik í C
sigmaCfuldreif = std(Cful);
sigmaCfaldreif = std(Cfal);
sigmaCnaldreif = std(Cnal);
sigmaCnuldreif = std(Cnul);
sigmaCfulmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCfuldreif^2);
sigmaCfalmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCfaldreif^2);
sigmaCnalmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCnaldreif^2);
sigmaCnulmalbogdreif = sqrt(sigmamalb^2 + sigmaCnuldreif^2);
n = length(Cful); % hversu oft málbandsmælt var fyrir Cfk: l=1,2,3,4,5
sigmaCfumalbogdreif = sigmaCfulmalbogdreif/sqrt(n);
sigmaCfamalbogdreif = sigmaCfalmalbogdreif/sqrt(n);
n = length(Cnul); % hversu oft málbandsmælt var fyrir Cnk: l=1,2,3,4
sigmaCnumalbogdreif = sigmaCnalmalbogdreif/sqrt(n);
sigmaCnumalbogdreif = sigmaCnulmalbogdreif/sqrt(n);
sigmaCfu = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cfu^2*sigmatheta^4 +
sigmaCfumalbogdreif^2);
sigmaCfa = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cfa^2*sigmatheta^4 +
sigmaCfamalbogdreif^2);
sigmaCna = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cna^2*sigmatheta^4 +
sigmaCnamalbogdreif^2);
sigmaCnu = (1-0.5*sigmatheta^2)*sqrt(1/2*Cnu^2*sigmatheta^4 +
sigmaCnumalbogdreif^2);
sigmaCf = sqrt(sigmaCfa^2 + sigmaCfu^2);
sigmaCn = sqrt(sigmaCna^2 + sigmaCnu^2);
sigmaC = sqrt(sigmaCf^2 + sigmaCn^2)

```

```

% Mat á A og B
Asi = (Asie + Asiy)/2;
Bsi = (Bsie + Bsiy)/2;
Ai = 2*(R+Cf)*asin(Asi/(2*(R+Cf)));
Bi = 2*(R-Cn)*asin(Bsi/(2*(R-Cn)));
A = sum(Ai)
B = sum(Bi)
% Staðalfrávik í B og í A-B
n = 2; % hversu oft málbandsmælt var fyrir Ai eða Bi
sigmaAi = sigmamalb/sqrt(n);
sigmaBi = sigmamalb/sqrt(n);
sigmaB = sqrt((sigmaBi)^2*length(Bi))
sigmaAminusB = sqrt((sigmaAi)^2*length(Ai)+(sigmaBi)^2*length(Bi))
% Mat á akreinabreidd
akrbrf = Cfa - 0.5*klbr
akrbrn = Cna - 0.5*klbr
% Staðalfrávik í akreinabreidd
sigmaakrbrf = sqrt(sigmaCfa^2 + (sigmaklbr/2)^2)
sigmaakrbrn = sqrt(sigmaCna^2 + (sigmaklbr/2)^2)
% Mat á y
yf = Cnu + Cna + 0.5*Cfa - 0.25*klbr + 0.5*fbbr
yn = Cnu + 0.5*Cna + 0.25*klbr - 0.5*fbbr
% Staðalfrávik í y
sigmayfform =
sqrt(sigmaCnu^2+sigmaCna^2+0.5^2*sigmaCfa^2+0.25^2*sigmaklbr^2+0.5^2*sigma
afbbr^2);
sigmaynform =
sqrt(sigmaCnu^2+0.5^2*sigmaCna^2+0.25^2*sigmaklbr^2+0.5^2*sigmaafbbr^2);
sigmayf = sqrt(sigmayfform^2+sigmaystadsetn^2+sigmayflakk^2)
sigmayn = sqrt(sigmaynform^2+sigmaystadsetn^2+sigmayflakk^2)

% Lengd og staðalfrávik lengdar
y = yf;
sigmay = sigmayf;
Leinf = B+(A-B)/C*y
Lyfflok = B+y/C*(B*(R+Cf)/(R-Cn)-B)+y/C*((A-B*(R+Cf)/(R-Cn))/(R+Cf))*(R-
Cn+y);
Lfjaer = Lyfflok*(R-Cn+yf-0.9)/(R-Cn+yf)
sigmaL = sqrt(sigmaB^2+y^2/C^2*sigmaAminusB^2+(A-B)^2*y^2/C^4*sigmaC^2+
...
(A-B)^2/C^2*sigmay^2);
sigmaLfjaer = sigmaL

y = yn;
sigmay = sigmayn;
Leinf = B+(A-B)/C*y
Lynflok = B+y/C*(B*(R+Cf)/(R-Cn)-B)+y/C*((A-B*(R+Cf)/(R-Cn))/(R+Cf))*(R-
Cn+y);
Lnaer = Lynflok*(R-Cn+yn+0.9)/(R-Cn+yn)
sigmaL = sqrt(sigmaB^2+y^2/C^2*sigmaAminusB^2+(A-B)^2*y^2/C^4*sigmaC^2+
...
(A-B)^2/C^2*sigmay^2);
sigmaLnaer = sigmaL

```

## Úttak Matlabforrits fyrir mælistaðinn Bolaöldur

```

C =
    12.1645
sigmaC =

```

0.0904  
 A =  
 99.4901  
 B =  
 73.2351  
 sigmaB =  
 0.0122  
 sigmaAminusB =  
 0.0187  
 akrbrf =  
 3.5558  
 akrbrn =  
 3.7052  
 sigmaakrbrf =  
 0.0356  
 sigmaakrbrn =  
 0.0277  
 yf =  
 9.1140  
 yn =  
 3.6835  
 sigmayf =  
 0.2952  
 sigmayn =  
 0.2937  
 Leinf =  
 92.9059 (lengdin fjær þegar reiknað er með beinni veglínu, ekki notað)  
 Lfjaer =  
 92.8774 (lengdin fjær þegar reiknað er með að beygja er á veginum)  
 sigmaLfjaer =  
 0.6540 (staðalfrávik lengdar fjær,  $s_l$ )  
 Leinf =  
 81.1852 (lengdin nær þegar reiknað er með beinni veglínu, ekki notað)  
 Lnaer =  
 81.1864 (lengdin nær þegar reiknað er með að beygja er á veginum)  
 sigmaLnaer =  
 0.6369 (staðalfrávik lengdar nær,  $s_l$ )



# Viðauki H: Hraði og mæliskekkja hraða í skeiðklukkumælingu

**Hraði,  $v$ :**

Þegar hraði er reiknaður út frá vegalengd sem ekið er og tíma sem það tekur er hraðinn skv. formúlunni:

$$v = \frac{l}{t}$$

hver annarri og hafa staðalfrávik (þessi fullyrðing er byggð á riti Ara Ólafssonar um skekkjur og er þetta Taylor-nálgun):

$$f = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$\sigma_f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \sigma_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \sigma_{x_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 \sigma_{x_n}^2}$$

**Staðalfrávik í hraða,  $v$ :**

Skv. almennri jöfnu í viðauka A um staðalfrávik stærðar sem er fall af öðrum stærðum sem eru óháðar hver annarri fæst staðalfrávik í hraða:

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial l}\right)^2 \sigma_l^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial t}\right)^2 \sigma_t^2}$$

Finn diffurkvótana með því að diffra jöfnuna efst á blaðinu:

$$\frac{\partial v}{\partial l} = \frac{1}{t}; \quad \frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{l}{t^2}$$

Set diffurkvótana inn í jöfnu  $\sigma_v$  og fæ formúlu fyrir staðalfrávik í stöku mældu hraðagildi:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{t^2} \sigma_l^2 + \frac{l^2}{t^4} \sigma_t^2}$$

þar sem  $\sigma_l$  var metið í viðaukum D til G og  $\sigma_t$  í viðauka B.

Ath: Ef  $l$  er í m og  $t$  í s, en  $v$  í km/h þá er kvaðratrótin margfölduð með 3,6 til að fá staðalfrávik hraða í km/h.



# **Viðauki I: Eyðublað fyrir hraðamælingu með ratsjá**

## HRADAMÆLING MEÐ RATSJÁ LÝSING STAÐHÁTTA

Dags. og vikudagur: \_\_\_\_\_

Kl. (tímabil): \_\_\_\_\_

Vegnúmer: \_\_\_\_\_ Vegheiti: \_\_\_\_\_

Hvar mælt: \_\_\_\_\_  
(lýsing) (geómetrísk afstaða) (stöð)

Distance 1 = \_\_\_\_\_

Distance 2 = \_\_\_\_\_

Hæð = \_\_\_\_\_

Horn = \_\_\_\_\_

Stefna = \_\_\_\_\_

Gain = \_\_\_\_\_

Veðurskilyrði: \_\_\_\_\_

Veðurathugun Veðurstofu: \_\_\_\_\_  
(veðurstöð, kl., vindátt, vindhraði, hitastig)

Sjónlengd (skyggni): \_\_\_\_\_

Skissa af vegbeiddum:

Ástand vegar: \_\_\_\_\_  
(gamall, nýr, yfirlagður)

Akreinar: \_\_\_\_\_

Axlar: \_\_\_\_\_  
(slitlagsefni) (ástand yfirborðs:  
mjög gott/gott/sæmilegt/lélegt)

Skissa af vegkafla:

(sýnir m. a. skilti, radía, langhalla, þverhalla, yfirborðsmerkingar, afstöðu ratsjár)

Gps-pkt.: \_\_\_\_\_

## HRAÐAMÆLING MEÐ RATSJÁ MÆLING HRAÐA

Lestarstjórum með < \_\_ s forskot / < \_\_ m ökubil er slepp Ökutækjum með eftirvagn er sleppt.

Lína nr.	Akrein nær, stefna =								Akrein fjar, stefna =							
	(km/h)	teg.	(km/h)	teg.	(km/h)	teg.	(km/h)	teg.	(km/h)	teg.	(km/h)	teg.	(km/h)	teg.		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																
38																
39																
40																
41																
42																
43																



# Viðauki J: Leiðrétting gagna úr LPL-umferðargreinum

Leiðrétting á umferðargreinagögnum sem fara eftir EUR13

Leiðréttingin er skv. töflu á bls. 32 í skýrslunni *Bestun á öxulflokkun umferðargreina* (Jóhannes Loftsson, 2009).

Við ökutæki sem greinirinn flokkar í 1. flokk skal gera eftirfarandi:

- Ef umframlengd ökutækis (þ. e. lengd að frádregnu hjólhafi (e. wheelbase)) hefur skráðst  $> 10$  m þá skal fara með þær færslur yfir í flokk 13.
- Þau ökutæki sem þá eru eftir í flokki 1 eru þar réttilega.

Við ökutæki sem greinirinn flokkar í 2. flokk skal gera eftirfarandi:

- Ef umframlengd ökutækis hefur skráðst  $< 10$  m og lengd þess  $\leq 13,3$  m og það uppfyllir ekki öll eftirfarandi skilyrði:
  - hjólhaf  $> 3,4$  m
  - umframlengd  $> 2,2$  m
  - lengd  $> 6$  m
  - lengd/hjólhaf  $> 1,55$

þá skal fara með þær færslur yfir í flokk 1.

- Ef umframlengd ökutækis hefur skráðst  $< 10$  m og lengd þess  $\leq 13,3$  m og það uppfyllir öll eftirfarandi skilyrði:
  - hjólhaf  $> 3,4$  m
  - umframlengd  $> 2,2$  m
  - lengd  $> 6$  m
  - lengd/hjólhaf  $> 1,55$

þá er ökutækið í flokki 2 réttilega.

- Ökutæki sem þá eru eftir skulu færð í flokk 13.

Af ofangreindu má sjá að ef verið er að taka út úr gögnunum fólksbíla, þ. e. þau ökutæki sem eru  $< 6$  m að lengd og hafa ekki eftirvagn þá eru það ökutækin úr flokki 1 og 2 sem eru  $< 6$  m.





## Viðauki K: Að velja gögn úr umferðar-greinum

Velja þarf úr gögnunum þær færslur sem uppfylla forsendur rannsóknarinnar. Aðferðinni fyrir Excel-gögn er lýst skref fyrir skref hér fyrir aftan, en hún byggist á eftirfarandi:

Við framúrakstur skal sleppa bæði þeim sem verið er að fara fram úr og þeim sem fara framúr:

- Eyða ökutækjum ef  $< 6$  s mældust frá ökutæki á röngum vegarhelmingi
- Eyða ökutækjum sem eru á röngum vegarhelmingi

Sleppa lestum og lestarstjórum:

- Eyða ökutækjum ef forskot þeirra er  $< 6$  s, bæði fyrir framan og aftan ökutæki

Ökutækisflokkur:

- Eyða ökutækjum sem ekki eru fólksbílar, en þeir eru skráðir sem flokkur 1 í EUR13 og flokkur 2 í EUR6. Gera þarf fyrst leiðréttingu á EUR13 skv. Jóhannesi Loftssyni (2009), en hér er hún einfaldlega sú að taka bæði flokk 1 og 2 í EUR13 sem fólksbíla.
- Eyða síðan færslum þar sem lengd er  $< 2,5$  m og  $> 6,0$  m (Rök: 2,5 m er flokkamörk í EUR6 en neðri mörk eru ekki til í EUR13. 6,0 m eru flokkamörk í EUR13, í EUR6 eru mörkin 5,2 m. Vel 6,0 m því það er nær því að vera mitt á milli fólksbílaflokks og næsta flokks í veghönnunarreglum Vg. Einnig af því að stærstu jeppar og litlir sendibílar eru kringum 5,5 m og þeir voru með í skeiðklukkumælingunum.

Umferðarteppa:

- Henda færslum ef hraði er undir 37 km/h, sbr. ályktun um forskot í kafla 2.3.4.

Tími:

- Eyða öðru en tímabilinu milli kl. 9:30 og 15:30 (Rök: skoðaði Árvelli í báðar stefnur saman og þar er asatíma lokið um kl. 9 og byrjar aftur um kl. 16:30)

Aðferðin skref fyrir skref

1. Byrja með öll gögnin í báðar stefnur
2. Merkja ökutæki í stefnu 1 þar sem  $< 6$  s eru í ökutæki fyrir aftan eða framan á hinni akreininni á móti umferð svo:
  - a. Líma inn formúlur um framúrakstur

- b. afrita gildi úr dálkunum tveimur yfir í næstu tvo dálka
  - c. eyða fyrri dálkunum tveimur
- 3. Eyða færslum þar sem ekið er á röngum vegarhelmingi svo:
  - a. raða eftir stefnu (DIRECTION)
  - b. eyða ef gildið er 2
- 4. Setja akrein 1 í sérflipa og akrein 2 í sérflipa svo:
  - a. afrita síðu yfir nýja síðu, kalla hana akrein 1
  - b. raða gögnum eftir akrein (LANE)
  - c. afrita síðuna akrein 1 yfir í nýja síðu, kalla hana akrein 2
  - d. eyða akrein 2 úr 1 og eyða 1 úr 2
  - e. raða gögnum í báðum síðum eftir tíma
- 5. Merkja ökutæki þar sem  $< 6$  s eru í næsta bíl fyrir aftan eða framan á sömu akrein svo:
  - a. líma inn formúlur um forskot
  - b. afrita gildi úr dálkunum tveimur yfir í næstu tvo dálka
  - c. eyða fyrri dálkunum tveimur
- 6. Eyða færslum sem merktar eru „9“ í dálkunum fjórum
- 7. Eyða færslum þar sem ekki fólksbíll, þ. e. öllu nema flokki 1 og 2 ef EUR13 og flokki 2 ef EUR6
- 8. Eyða færslum þar sem lengd er  $< 2,5$  m og  $> 6,0$  m
- 9. Eyða færslum þar sem öxlar  $> 2$
- 10. Eyða færslum ef hraði er  $< 37$  km/h
- 11. Raða gögnum eftir tíma
- 12. Eyða öðru en tímabilinu milli kl. 9:30 og 15:30

## **Viðauki L: Lýsing mælistaða og niðurstöður hraðamælinga**

Hér er að finna lýsingu á staðháttum og framkvæmd hraðamælingar ásamt tölfræði og niðurstöðum hraðamælinga fyrir hvern mælistað um sig.

## Mælistaður: Arnarhamar á Kjalarnesi



Kort af mælistaðnum Arnarhamri á Kjalarnesi, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

---

### Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga

---

Mæliaðferð:	Skeiðklukka og málband.
Dagur og tími:	Málbandsmæling var gerð 7. júní 2010 og 9. maí 2011. Tímamæling var gerð 14. júní 2011, þriðjudag eftir hvítasunnu, kl. 11:55–14:20 og 14:30–14:35 fyrir akrein N, en kl. 14:55–16:55 fyrir akrein S.
Veður:	10–12 °C, norðan 6–7 m/s, skýjað, ýringur stutta stund, skyggni óhindrað.
Vegheiti:	Hringvegur, Brautarholtsvegur – Hvalfjarðarvegur.
Vegnr. og kaflanr.:	1-f6.
Staðsetning:	Fyrsta beygja sunnan afleggjara að bænum Bakka á Kjalarnesi, um 450 m frá afleggjaranum og við klettana Arnarhamra.
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 25.390 (stöðvasetning hækkar til norðurs).
Staðsetn. í beygju:	Í miðri beygju, og er það 20 m inn í seinni klótóíðuna.
Hnit mælistaðar*:	N 64° 15,475' V 21° 49,841'
Fjarl. frá þéttbýli:	1,7 km frá Grundarhverfi, vegamótum við Brautarholtsveg.
Umhverfi:	Lágur vegflái. Flatlendi sem hækkar austan vegar (innan í beygju), en lækkar vestan vegar (utan beygju).
Árstdagsumferð:	ÁDU = 5617 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.

---

\*Hnitið er á þeim stað þar sem tímamælingamaður sat með skeiðklukku, en það var austan vegar í Arnarhamri um 74 m frá miðlínu vegar.

**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = 1500$ m, $A_1 = 600$ m, $A_2 = 653$ m, lengd beygju = 576,18 m, $CCR_s = 23,13$ gon/km.
Hæðarlega:	Á háboga, $S = -0,34\%$ (0,34% á akrein S, $-0,34\%$ á akrein N)
Pversnið:	Einhalli. $q = 3,5\%$ á akrein S, $q = -3,5\%$ á akrein N. Akreinabreiddir: Mæld var breidd akbrautar og gert ráð fyrir að báðar akreinar væru jafnbreiðar, $b = 3,28$ m. Breidd malbiks á öxlum: 0,63 m við akrein S og 0,70 m við akrein N.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur heilar. Miðlína fullbrotin (3 m lína og 9 m bil). Fræstar rillur í miðlínu og köntum.
Vegsýn:	Vegsýnarband er ekki útfyllt á langsniði á teikningu frá Vegagerðinni. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum 400 m á akrein N og takmarkast þar af hæðarlegu vegar, en >500 m á akrein S. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin >450 m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Yfirlagt malbik á akbraut og öxlum. Mjög gott ástand, hjólför þó greinileg.



Ljósmyndir af mælistaðnum Arnarhamri á Kjalarnesi. Efst t.v. er séð frá tímamælistað, efst t.h. sést yfirborð vegar, neðst t.v. er horft eftir akrein N, neðst t.h. er horft eftir akrein S. Myndirnar eru ekki teknar á mælingadegi. (ljósm. H.P.)

Mælistaður: Arnarhamar á Kjalarnesi

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein S

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri tímamælingu  $j$  með skeiðklukku er reiknuð í viðauka B sem staðalfrávikið  $s_{tj} = 0,14$  s, úrtaksstærð  $n = 100$ . 95% öryggisbil mælds tíma er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{tj} = \pm 1,98 \cdot 0,14$  s =  $\pm 0,28$  s.

Lengd vegkafla í hraðamælingu var reiknuð í viðauka E sem  $\hat{l} = 98,09$  m og mæliskekkja hennar sem staðalfrávikið  $s_l = 0,316$  m. Til að reikna staðalfrávikið voru metnir alls 7 skekkjuvaldar auk þess að endurtaka mælingu. Formúla  $s_l$  sem fall af staðalfrávikum einstakra skekkja hafði  $n = 48$  liði. 95% öryggisbil lengdar vegkafla er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_l = \pm 2,01 \cdot 0,316$  m =  $\pm 0,64$  m.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er staðalfrávik á bilinu:  $s_{\hat{v}j} = 1,66-4,81$  km/h, minnst fyrir lægsta hraðagildi og mest fyrir það hæsta var reiknað út frá áætluðu staðalfrávikum í tíma og lengd skv. viðauka H. 95% öryggisbil er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{\hat{v}j}$  með  $n = 100 + 48 = 148$ :

Mesti hraði með 95% vikmörkum:  $v_{max} = 110,01 \pm 9,51$  km/h

Minnsti hraði með 95% vikmörkum:  $v_{min} = 64,44 \pm 3,28$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 123$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 90,48$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 6,98$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,63$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,63$  km/h =  $\pm 1,25$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 90,48 \pm 1,25$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 98,09$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,96$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,96$  km/h =  $\pm 1,91$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 98,09 \pm 1,91$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 13,28$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 12,59$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein N

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri tímamælingu með skeiðklukku er reiknuð í viðauka B sem staðalfrávikið  $s_{tj} = 0,14$  s, úrtaksstærð  $n = 100$ . 95% öryggisbil mælds tíma er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{tj} = \pm 1,98 \cdot 0,14$  s =  $\pm 0,28$  s.

Lengd vegkafla í hraðamælingu var reiknuð í viðauka E sem  $\hat{l} = 103,50$  m og mæliskekkja hennar sem staðalfrávikið  $s_l = 0,368$  m. Til að reikna staðalfrávikið voru metnir alls 9 skekkjuvaldar auk þess að endurtaka mælingu. Formúla  $s_l$  sem fall af staðalfrávikum einstakra skekkja hafði  $n = 52$  liði. 95% öryggisbil lengdar vegkafla er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_l = \pm 2,01 \cdot 0,368$  m =  $0,74$  m

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er staðalfrávik á bilinu:  $s_{\hat{v}j} = 1,60-5,34$  km/h, minnst fyrir lægsta hraðagildi og mest fyrir það hæsta var reiknað út frá áætluðu staðalfrávikum í tíma og lengd skv. viðauka H. 95% öryggisbil er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{\hat{v}j}$  með  $n = 100 + 52 = 152$ :

Mesti hraði með 95% vikiörkum:  $v_{max} = 119,04 \pm 10,55$  km/h

Minnsti hraði með 95% vikiörkum:  $v_{min} = 64,91 \pm 3,16$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 120$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 87,98$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,22$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,66$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,66$  km/h =  $\pm 1,31$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 87,98 \pm 1,31$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 94,57$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,01$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,01$  km/h =  $\pm 2,00$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 94,57 \pm 2,00$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 11,76$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 12,59$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Kotstrandarkirkja



Kort af mælistaðnum Kotstrandarkirkju, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

---

### Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga

---

Mæliaðferð:	Skeiðklukka og málband.
Dagur og tími:	Málbandsmæling var gerð 3. september 2010. Tímamæling var gerð þriðjudaginn 7. september 2010, kl. 12:45–14:00 fyrir akrein A, en kl. 14:35–15:35 fyrir akrein V.
Veður:	15 °C, austan 5–7 m/s, sólskin með köflum, þurr, öskumistur.
Vegheiti:	Hringvegur, Biskupstungnabraut – Þorlákshafnarvegur.
Vegnr. og kaflanr.:	1-d6.
Staðsetning:	Beygjan við Kotstrandarkirkju.
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 41.520 (stöðvasetning hækkar til austurs).
Staðsetn. í beygju:	Um 11 m vestan við miðja beygju, sem er um 4% af lengd beygjunnar.
Hnit mælistaðar*:	N 63° 58,291' V 21° 08,345'
Fjarl. frá þéttbýli:	3,8 km frá Hvergerði, hringtorgi við Þorlákshafnarveg.
Umhverfi:	Flatlendi norðan vegar (utan beygju) nokkru lægra en vegurinn en hæð sunnan vegar (innan í beygju).
Ársmælingumferð:	ÁDU = 7126 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2010.

---

\*Hnitið er á þeim stað þar sem tímamælingamaður stóð með skeiðklukku, en það var undir beru lofti um 33 m frá miðlínu vegar við grjóttvegg við kirkjuna vestan kirkjugarðs.



**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = 500$ m, $A_1 = 200$ m, $A_2 = 200$ m, lengd beygju = 318,48 m, $CCR_s = 95,34$ gon/km.
Hæðarlega:	Á háboga, $S = 0,10\%$ (–0,10% á akrein V, 0,10% á akrein A)
Þversnið:	Einhalli. $q = 5,0\%$ á akrein V, $q = -5,0\%$ á akrein A. Akreinabreiddir: $b = 3,44$ m á akrein V, $b = 3,32$ m á akrein A. Breidd klæðingar á öxlum: 1,64 m við akrein V, 2,75 m við akr. A.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur heilar. Miðlína hálfbrotin (9 m lína og 3 m bil). Fræstar rillur í miðlínu og köntum.
Vegsýn:	Skv. vegsýnarbandi á langsníði á teikningu frá Vegagerðinni er vegsýnin >470 m. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum >500 m á báðum akreinum. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin 304–450 m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Yfirlagt malbik á akbraut. Gott ástand, en slitid. Neðst í brekkunni vestan mælistaðar við upphaf hábogans er yfirborð óslétt. Klæðing á öxl.



Ljósmyndir af mælistaðnum Kotstrandarkirkju. Efst t.v. er horft eftir akrein A í átt að mælistaðnum sem er 2 stikum handan vegriðsins, á hinum mynnum er séð frá tímamælistað, myndirnar t.h. eru teknar á tímamælingadegi. (Ljós. H.P.)

Mælistaður: Kotstrandarkirkja

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein V

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri tímamælingu  $j$  með skeiðklukku er reiknuð í viðauka B sem staðalfrávik  $s_{tj} = 0,14$  s, úrtaksstærð  $n = 100$ . 95% öryggisbil mælds tíma er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{tj} = \pm 1,98 \cdot 0,14$  s =  $\pm 0,28$  s.

Lengd vegkafla í hraðamælingu var reiknuð í viðauka F sem  $\hat{l} = 87,57$  m og mæliskekkja hennar sem staðalfrávik  $s_l = 0,609$  m. Til að reikna staðalfrávik voru metnir alls 5 skekkjuvaldar. Formúla  $s_l$  sem fall af staðalfrávikum einstakra skekkja hafði  $n = 9$  liði. 95% öryggisbil lengdar vegkafla er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_l = \pm 2,31 \cdot 0,609$  m =  $\pm 1,41$  m.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er staðalfrávik á bilinu:  $s_{\hat{v}j} = 2,45$ – $5,26$  km/h, minnst fyrir lægsta hraðagildi og mest fyrir það hæsta var reiknað út frá áætluðu staðalfrávik í tíma og lengd skv. viðauka H. 95% öryggisbil er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{\hat{v}j}$  með  $n = 100 + 9 = 109$ :

Mesti hraði með 95% vikiörkum:  $v_{max} = 108,34 \pm 10,44$  km/h

Minnsti hraði með 95% vikiörkum:  $v_{min} = 73,49 \pm 4,86$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 68$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 87,32$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 6,68$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,81$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 2,00 \cdot 0,81$  km/h =  $\pm 1,62$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 87,32 \pm 1,62$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 93,83$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,24$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 2,00 \cdot 1,24$  km/h =  $\pm 2,48$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 93,83 \pm 2,48$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 8,42$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 11,07$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein A**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri tímamælingu með skeiðklukku er reiknuð í viðauka B sem staðalfrávik  $s_{tj} = 0,14$  s, úrtaksstærð  $n = 100$ . 95% öryggisbil mælds tíma er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{tj} = \pm 1,98 \cdot 0,14$  s =  $\pm 0,28$  s.

Lengd vegkafla í hraðamælingu var reiknuð í viðauka F sem  $\hat{l} = 109,12$  m og mæliskekkja hennar sem staðalfrávik  $s_l = 0,831$  m. Til að reikna staðalfrávik voru metnir alls 5 skekkjuvaldar. Formúla  $s_l$  sem fall af staðalfrávikum einstakra skekkja hafði  $n = 9$  liði. 95% öryggisbil lengdar vegkafla er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_l = \pm 2,31 \cdot 0,831$  m =  $\pm 1,92$  m.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er staðalfrávik á bilinu:  $s_{\hat{v}j} = 1,56-3,73$  km/h, minnst fyrir lægsta hraðagildi og mest fyrir það hæsta var reiknað út frá áætluðu staðalfrávik í tíma og lengd skv. viðauka H. 95% öryggisbil er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{\hat{v}j}$  með  $n = 100 + 9 = 109$ :

Mesti hraði með 95% vikiörkum:  $v_{max} = 101,80 \pm 7,40$  km/h

Minnsti hraði með 95% vikiörkum:  $v_{min} = 64,87 \pm 3,10$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 80$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 86,29$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 6,57$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,73$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,99 \cdot 0,73$  km/h =  $\pm 1,46$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 86,29 \pm 1,46$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 92,33$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,12$  km/h

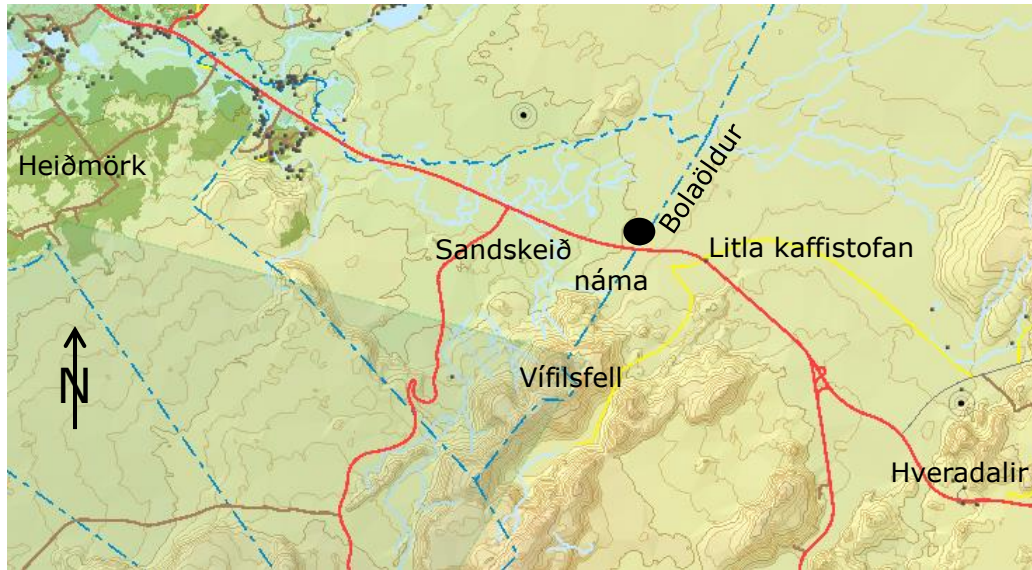
95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,99 \cdot 1,12$  km/h =  $\pm 2,24$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 92,33 \pm 2,24$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 7,80$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 11,07$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Bolaöldur



Kort af mælistaðnum Bolaöldum, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

---

### Lýsing staðháttu og framkvæmdar hraðamælinga

---

Mæliaðferð:	Skeiðklukka og málband.
Dagur og tími:	Málbandsmæling var gerð 3. september 2010 og 20. febrúar 2011. Tímamæling var gerð fimmtudaginn 16. september 2010, kl. 13:30–14:35 og 16:20–16:45 fyrir akrein V, en kl. 14:40–16:15 fyrir akrein A.
Veður:	10 °C, austnorðaustan 2–3 m/s, sólskin og nær heiðskýrt, þurrt, skyggni > 20 km.
Vegheiti:	Hringvegur, Þrengslavegur – sýslumörk.
Vegnr. og kaflanr.:	1-d9.
Staðsetning:	Beygjan þar sem er afleggjarinn að námunni Bolaöldum, þetta er beygjan austan beina kaflans við Sandskeið og vestan beygjunnar sem Litla kaffistofan stendur við.
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 16.800 (stöðvasetning hækkar til austurs).
Staðsetn. í beygju:	Um 400 m austan við miðja beygju sem er um 19% af lengd beygjunnar.
Hnit mælistaðar*:	N 64° 03,559' V 21° 31,814'
Fjarl. frá þéttbýli:	12,3 km frá Reykjavík, hringtorgi við Norðlingavað.
Umhverfi:	Vegurinn er í skeringu gegnum lága hæð. Malarafleggjari að námu er um 50 m vestan mælistaðar.
Árstdagsumferð:	ÁDU = 7871 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2010.

---

\*Hnitið er á þeim stað þar sem tímamælingamaður sat inni í bíl með skeiðklukku, en það var norðan vegar á hæðinni sem vetrarvegur lá um í um 40 m frá miðlínu vegar.

**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = 5010,25$ m, engar klótóíður í beygjuni, lengd beygju = 2137,25 m, $CCR_s = 12,71$ gon/km.
Hæðarlega:	Jafn langhalli, $S = 2,93\%$ (2,93% á akrein A, en $-2,93\%$ á akrein V).
Þversnið:	Rishalli. $q = -3,0\%$ á báðum akreinum. Akreinabreiddir: $b = 3,56$ m á akrein A, $b = 3,71$ m á akrein V. Breidd klæðingar á öxlum: 1,88 m við akrein A, 1,70 m við akrein V.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur heilar. Miðlína samsett, óbrotin fyrir akrein V og hálfbrotin (9 m lína og 3 m bil) fyrir akrein A.
Vegsýn:	Vegsýnarband er ekki útfyllt á langsniði á teikningu frá Vegagerðinni. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum $>500$ m á báðum akreinum. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin 304–450 m þar, en óbrotin fyrir akrein nær og því hefur vegsýn verið metin $<304$ m þar miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Yfirlagt malbik á akbraut. Klæðing á öxlum. Gott ástand, hjólför þó greinileg og skemmdir næst köntum.



Ljósmyndir af mælistaðnum Bolaöldum. Neðst t.h. sést vegyfirborð, myndin er tekin 5 mánuðum eftir hraðamælingu. Á hinum myndunum er séð frá tímamælistað, þær myndir eru teknar á mælingadegi. (Ljós. H.P.)

Mælistaður: Bolaöldur

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein A

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri tímamælingu  $j$  með skeiðklukku er reiknuð í viðauka B sem staðalfrávik  $s_{tj} = 0,14$  s, úrtaksstærð  $n = 100$ . 95% öryggisbil mælds tíma er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{tj} = \pm 1,98 \cdot 0,14$  s =  $\pm 0,28$  s.

Lengd vegkafla í hraðamælingu var reiknuð í viðauka G sem  $\hat{l} = 92,88$  m og mæliskekkja hennar sem staðalfrávik  $s_l = 0,654$  m. Til að reikna staðalfrávik voru metnir alls 6 skekkjuvaldar auk þess að endurtaka mælingu. Formúla  $s_l$  sem fall af staðalfrávikum einstakra skekkja hafði  $n = 89$  liði. 95% öryggisbil lengdar vegkafla er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_l = \pm 1,99 \cdot 0,654$  m =  $\pm 1,30$  m.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er staðalfrávik á bilinu:  $s_{\hat{v}j} = 2,65-4,90$  km/h, minnst fyrir lægsta hraðagildi og mest fyrir það hæsta var reiknað út frá áætluðu staðalfrávikum í tíma og lengd skv. viðauka H. 95% öryggisbil er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{\hat{v}j}$  með  $n = 100 + 89 = 189$ :

Mesti hraði með 95% vikmörkum:  $v_{max} = 107,51 \pm 9,66$  km/h

Minnsti hraði með 95% vikmörkum:  $v_{min} = 78,67 \pm 5,23$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 106$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 90,76$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 6,10$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,59$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,59$  km/h =  $\pm 1,17$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 90,76 \pm 1,17$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 96,64$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,91$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,91$  km/h =  $\pm 1,80$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 96,64 \pm 1,80$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 3,14$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 12,59$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein V**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri tímamælingu með skeiðklukku er reiknuð í viðauka B sem staðalfrávikið  $s_{tj} = 0,14$  s, úrtaksstærð  $n = 100$ . 95% öryggisbil mælds tíma er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{tj} = \pm 1,98 \cdot 0,14$  s =  $\pm 0,28$  s.

Lengd vegkafla í hraðamælingu var reiknuð í viðauka G sem  $\hat{l} = 81,19$  m og mæliskekkja hennar sem staðalfrávikið  $s_l = 0,637$  m. Til að reikna staðalfrávikið voru metnir alls 6 skekkjuvaldar auk þess að endurtaka mælingu. Formúla  $s_l$  sem fall af staðalfrávikum einstakra skekkja hafði  $n = 79$  liði. 95% öryggisbil lengdar vegkafla er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_l = \pm 1,99 \cdot 0,637$  m =  $\pm 1,27$  m.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er staðalfrávik á bilinu:  $s_{\hat{v}j} = 2,91-6,40$  km/h, minnst fyrir lægsta hraðagildi og mest fyrir það hæsta var reiknað út frá áætluðu staðalfrávikum í tíma og lengd skv. viðauka H. 95% öryggisbil er  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot s_{\hat{v}j}$  með  $n = 100 + 79 = 179$ :

Mesti hraði með 95% vikiörkum:  $v_{max} = 115,07 \pm 12,64$  km/h

Minnsti hraði með 95% vikiörkum:  $v_{min} = 77,12 \pm 5,75$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 113$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,69$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,35$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,69$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,69$  km/h =  $\pm 1,37$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 93,69 \pm 1,37$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 101,13$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,06$  km/h

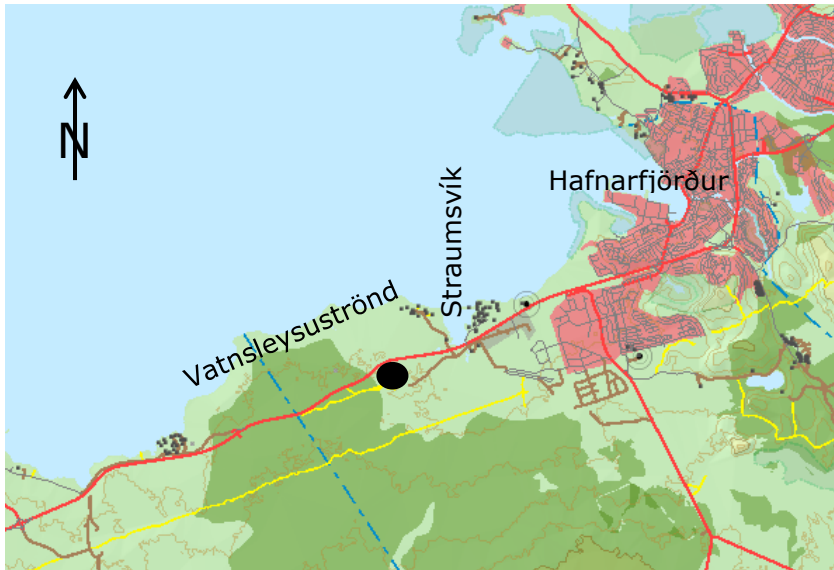
95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,06$  km/h =  $\pm 2,10$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 101,13 \pm 2,10$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 9,57$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 12,59$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Reykjanesbraut



Kort af mælistaðnum Reykjanesbraut, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

---

### Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga

---

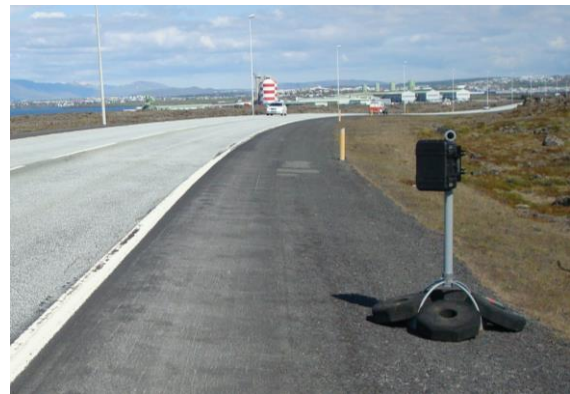
Mæliaðferð:	Ratsjá.
Dagur og tími:	Miðvikudaginn 22. júní 2011 kl. 12:40–15:05, báðar akreinar samtímis.
Veður:	9–11 °C, norðnorðvestan 4 m/s, sólskin, léttskýjað, þurr, skyggni óhindrað.
Vegheiti:	Reykjanesbraut, Brú yfir Fjarðarbraut – Brú yfir Vatnsleysustrandarveg.
Vegnr. og kaflanr.:	41-15.
Staðsetning:	Fyrsta beygja vestan Straumsvíkur og önnur beygja austan tvöföldunar, um 1,1 km frá tvöfölduninni.
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 9.500 (stöðvasetning hækkar til vesturs).
Staðsetn. í beygju:	Í miðri beygju.
Afstaða mælitækja:	Ratsjain stóð 2,5 m frá akbrautarbrún. Bifreiðin stóð 5,2 m frá akbrautarbrún. Fjarlægð milli mælingamanns í bifreið og ratsjár var um 15 m.
Hnit mælistaðar:	N 64° 02,200' V 22° 04,290' þar sem ratsjain stóð.
Fjarl. frá þéttbýli:	5,4 km frá Hafnarfirði, afreinum mislægra gatnamóta við Ásbraut.
Umhverfi:	Úfið hraun. Lág hæð innan beygju. Flatara land utan beygju og ögn lægra en vegurinn.
Árstdagsumferð:	ÁDU = 10220 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.

---



**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = 700$ m, $A_1 = 300$ m, $A_2 = 350$ m, lengd beygju = 572,08 m, $CCR_s = 66,82$ gon/km.
Hæðarlega:	Á háboga, $S = -0,63\%$ (0,63% á akrein V, en $-0,63\%$ á akr. A)
Þversnið:	Einhalli. $q = +5,2\%$ á akrein V, $q = 5,2\%$ á akrein A. Akreinabreiddir: Hún var ekki mæld á akrein V en ekkert bendir til þess að hún sé önnur en á akrein A, $b = 3,70$ m á akrein A. Breidd klæðingar á öxlum var ekki mæld, en er sem næst 2,5–3 m beggja vegna.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur heilar, miðlína hálfbrotin (9 m lína og 3 m bil).
Vegsýn:	Skv. vegsýnarbandi á langsniði á teikningu frá Vegagerðinni er vegsýn um 490 m í báðar stefnur. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum 320 m á akrein A og takmarkast þar af hæð í landinu sunnan vegar, en á akrein V $>500$ m. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin 304–450 m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Yfirlagt malbik á akbraut. Mjög gott ástand, hjólför lítt greinileg.



Ljósmyndir af mælistaðnum Reykjanesbraut. Efri myndirnar sýna afstöðu ratsjár og bílsins sem notaður var við mælingar. Á neðri myndunum, sem ekki eru teknar á mælingadegi, er horft eftir veginum í vestur og í austur. Mælistaðurinn er við umferðarmerkið á vinstri myndinni og þar sem ljósmyndarinn stendur á þeirri hægri. (ljósm. H.Þ.)

Mælistaður: Reykjanesbraut

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein V

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 113 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 70 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 128$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,06$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,23$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,64$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,64$  km/h =  $\pm 1,26$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 92,06 \pm 1,26$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 99$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,98$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,98$  km/h =  $\pm 1,93$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 99 \pm 1,93$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 3,51$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein A**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 113 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 73 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 186$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,04$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,27$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,61$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,97 \cdot 0,61$  km/h =  $\pm 1,20$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 92,04 \pm 1,20$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 101$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,93$  km/h

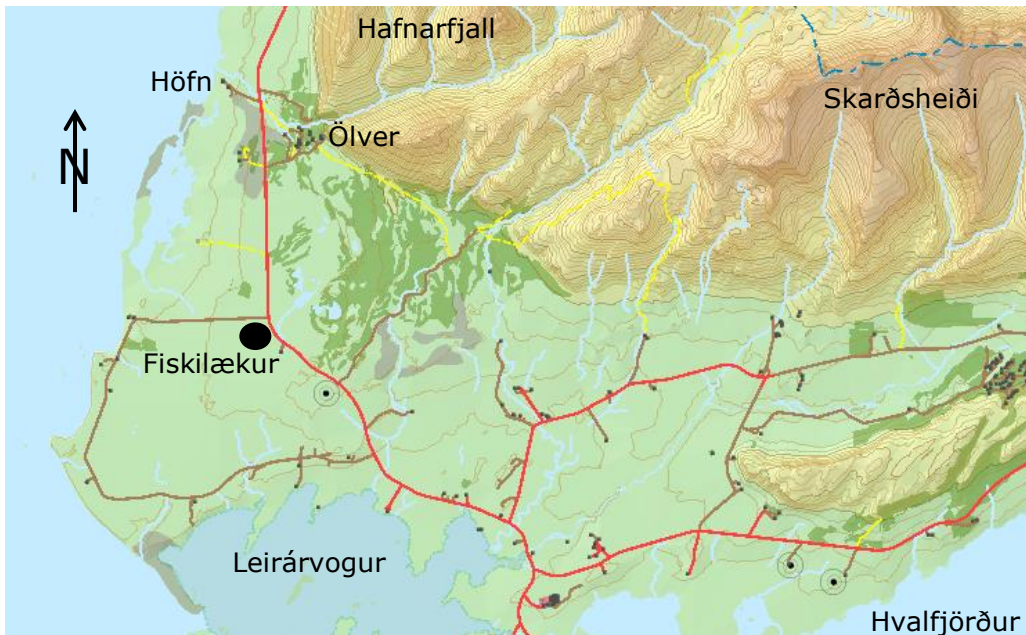
95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,97 \cdot 0,93$  km/h =  $\pm 1,83$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 101 \pm 1,83$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 12,38$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Fiskilækur



Kort af mælistaðnum Fiskilæk, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

---

### Lýsing staðháttu og framkvæmdar hraðamælinga

---

Mæliaðferð:	Ratsjá.
Dagur og tími:	Fimmtudaginn 23. júní 2011 kl. 11:50–14:55, báðar akreinar samtímis.
Veður:	9–12 °C, vestnorð- til norðnorðvestan 3–6 m/s, sólskin, hálfskýjað, þurrt, skyggni óhindrað.
Vegheiti:	Hringvegur, Hvalfjarðarvegur – Hafnarvegur.
Vegnr. og kaflanr.:	1-g3.
Staðsetning:	Beygjan við bæinn Fiskilæk. Þetta er beygjan við syðri enda langs beins kafla á melunum undir Hafnarfjalli.
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 9.610 (stöðvasetning hækkar til norðurs).
Staðsetn. í beygju:	Um 60 m norðan við miðja beygju, sem er um 8% af lengd beygjunnar.
Afstaða mælitækja:	Ratsjain stóð um 3,5 m frá akbrautarbrún. Bifreiðin stóð um 15 m frá akbrautarbrún og var fjarlægð milli mælingamanns og ratsjár um 16 m.
Hnit mælistaðar:	N 64° 25,556' V 21° 57,272' þar sem ratsjain stóð.
Fjarl. frá þéttbýli:	15,0 km frá Borgarnesi, gatnamótum við Brúartorg.
Umhverfi:	Flatt land innan beygju. Utan við beygjuna er eldri vegur sem tengist veginum á tveimur stöðum og er merktur sem bifreiðastæði fyrir vörubifreiðar, eldri vegurinn er hærri.
Ársgagssumferð:	ÁDU = 3726 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.

---

**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = 700$ m, $A_1 = 385$ m, $A_2 = 250$ m, lengd beygju = 825,05 m, $CCR_s = 74,35$ gon/km.
Hæðarlega:	Jafn langhalli, $S = 0,43\%$ (0,43% á akrein N, en $-0,43\%$ á akr. S)
Pversnið:	Einhalli. $q = -4,5\%$ á akrein N, $q = +4,5\%$ á akrein S. Akreinabreiddir: $b = 3,54$ á akrein N, $b = 3,28$ m á akrein S. Breidd malbiks á öxlum: um 0,5 m beggja vegna.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur brotnar, miðlína fullbrotin (3 m lína og 9 m bil).
Vegsýn:	Vegsýnarband er ekki útfyllt á langsniði á teikningu frá Vegagerðinni. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum $>500$ m á báðum akreinum. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin $>450$ m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Malbik á akbraut og öxlum. Mjög gott ástand, hjólför lítt greinileg.



Ljósmyndir af mælistaðnum Fiskilæk. Efst t.v. er horft yfir mælistaðinn frá næstu beygju sunnan hans, myndin er ekki tekin á mælingadegi. Efst. t.h. sést ratsjáin á mælistaðnum. Á neðri myndunum er horft á mælistaðinn eftir akrein í norður annars vegar og í suður hins vegar og má þar sjá afstöðu ratsjár og mælingabifreiðar við mælingu. (ljósm. H.P.)

Mælistaður: Fiskilækur

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein N

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 122 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 70 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 120$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 94,34$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,94$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,73$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,73$  km/h =  $\pm 1,44$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 94,34 \pm 1,44$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,11$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,11$  km/h =  $\pm 2,20$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 102 \pm 2,20$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 9,59$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein S**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 120 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 66 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 125$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,58$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,43$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,75$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,75$  km/h =  $\pm 1,49$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 93,58 \pm 1,49$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 101$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,15$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,15$  km/h =  $\pm 2,28$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 101 \pm 2,28$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstæða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 9,09$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 15,51$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Ingólfsvoll



Kort af mælistaðnum Ingólfshvoli, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

---

### Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga

---

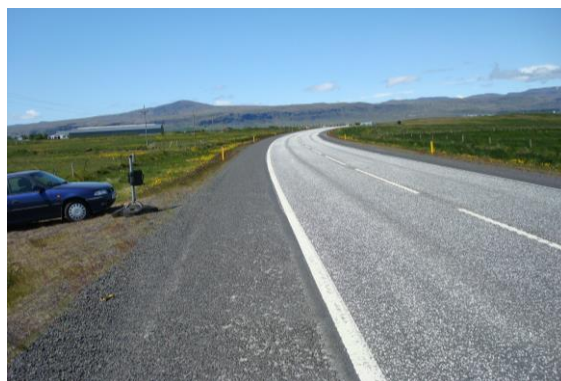
Mæliaðferð:	Ratsjá.
Dagur og tími:	Miðvikudaginn 29. júní 2011 kl. 11:50–13:45, báðar akreinar samtímis.
Veður:	Um 12–14 °C, norðan 6–9 m/s, hálfskýjað, þurr, skyggni óhindrað.
Vegheiti:	Hringvegur, Biskupstungnabraut – Þorlákshafnarvegur.
Vegnr. og kaflanr.:	1-d6.
Staðsetning:	Beygjan austan við bæinn Ingólfshvol og vestan við Kirkjuferjuveg.
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 43.250 (stöðvasetning hækkar til austurs).
Staðsetn. í beygju:	Um 30 m vestan við miðja beygju, sem er um 4% af lengd beygjunnar.
Afstaða mælitækja:	Ratsjain stóð um 3,3 m frá akbrautarbrún. Bifreiðin stóð um 4 m frá akbrautarbrún og var fjarlægð milli mælingamanns og ratsjár um 3 m.
Hnit mælistaðar:	N 63° 57,557' V 21° 07,156' þar sem ratsjain stóð.
Fjarl. frá þéttbýli:	5,4 km frá Selfossi, hringtorgi við Árbæjarveg.
Umhverfi:	Flöt tún. Framræsluskurður beggja vegna vegar.
Ársmælingarferð:	ÁDU = 6464 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.

---



**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = 1000$ m, $A_1 = 350$ m, $A_2 = 350$ m, lengd beygju = 912,43 m, $CCR_s = 55,11$ gon/km.
Hæðarlega:	Á lágboga, $S = 0,83\%$ (–0,83% á akrein V, 0,83% á akrein A).
Pversnið:	Einhalli. $q = -3,1\%$ á akrein V, $q = +3,1\%$ á akrein A. Akreinabreiddir: $b = 3,30$ á báðum akreinum. Breidd klæðingar á öxlum: 1,80 m við akr. V, 1,65 m við akr. A.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur heilar, miðlína hálfbrotin (9 m lína og 3 m bil). Fræstar rillur í miðlínu.
Vegsýn:	Skv. vegsýnarbandi á langsníði á teikningu frá Vegagerðinni er vegsýnin >470 m í stefnu austur en um 410 m í stefnu vestur. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum >500 m á akrein A og 400 m á akrein V en hæðarlega vegar og hæð innan í beygju voru þar jafntakmarkandi. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin 304–450 m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Yfirlagt malbik á akbraut. Gott ástand, en hjólför greinileg. Klæðing á öxl.



Ljósmyndir af mælistaðnum Ingólfshvoli. Efst t.v. er horft eftir akrein í austur í átt að mælistaðinn sem er á mótis við trébrúna hægra megin á myndinni, myndin er ekki tekin á mælingadegi. Efst. t.h. sést ratsjáin og mælingabíll á mælistaðnum. Á neðri myndunum er horft á mælistaðinn úr vestri annars vegar og úr austri hins vegar. (ljósm. H.P.)

Mælistaður: Ingólfhvoll

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein V

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 110 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 71 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 140$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 85,71$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 6,24$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,53$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,53$  km/h =  $\pm 1,04$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 85,71 \pm 1,04$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 91$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,81$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,81$  km/h =  $\pm 1,59$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 91 \pm 1,59$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 7,97$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 12,59$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein A**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 105 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 62 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 132$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 85,50$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 6,74$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,59$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,59$  km/h =  $\pm 1,16$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 85,50 \pm 1,16$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 92$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,90$  km/h

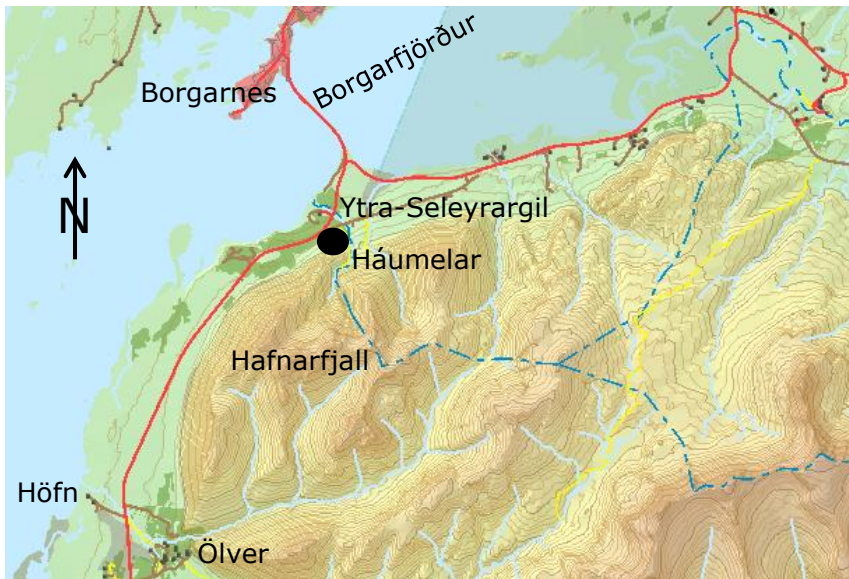
95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,90$  km/h =  $\pm 1,78$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 92 \pm 1,78$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 11,38$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 14,07$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Háumelar



Kort af mælistaðnum Háumelum, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

---

### Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga

---

Mæliaðferð:	Ratsjá.
Dagur og tími:	Fimmtudaginn 30. júní 2011 kl. 10:50–13:40, báðar akreinar samtímis.
Veður:	11 °C, um 3 m/s, heiðskírt, þurr, skyggni óhindrað.
Vegheiti:	Hringvegur, Hafnarvegur – Borgarfjarðarbraut.
Vegnr. og kaflanr.:	1-g4.
Staðsetning:	Á Háumelum undir Hafnarfjalli. Beygjan er í brekku gegnum kjarrlendi við hótelið og yfir Ytra-Seleyrargil.
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 12.320 (stöðvasetning hækkar til norðurs).
Staðsetn. í beygju:	Um 90 m sunnan við miðja beygju sem er um 7% af lengd beygjunnar.
Afstaða mælitækja:	Ratsjain stóð um 3,6 m frá akbrautarbrún. Bifreiðin stóð um 17 m frá akbrautarbrún og var fjarlægð milli mælingamanns og ratsjár 15 m.
Hnit mælistaðar:	N 64° 30,881' V 21° 53,513' þar sem ratsjain stóð.
Fjarl. frá þéttbýli:	3,8 km frá Borgarnesi, gatnamótum við Brúartorg.
Umhverfi:	Kjarr, einkum innan beygju. Land lækkar innan beygju og til norðurs. Utan á beygju er malarplan sem tengist veginum á tveimur stöðum. Ómerktur malarvegur liggur upp frá planinu.
Ársgagssumferð:	ÁDU = 3403 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.

---

**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = 875$ m, $A_1 = 285,71$ m, $A_2 = 140$ m, lengd beygju = 1297,56 m, $CCR_s = 60,82$ gon/km.
Hæðarlega:	Á háboga, $S = -4,30\%$ (4,30% á akrein S, $-4,30\%$ á akrein N).
Þversnið:	Einhalli. $-4,4\%$ á akrein S, $+4,4\%$ á akrein N. Akreinabreiddir: $b = 3,50$ m á akrein S og $b = 3,67$ m á akrein N miðað við að akbrautarbrún sé í klæðingarbrún. Breidd klæðingar á öxlum er þannig engin.
Yfirborðsmerkingar:	Engar málaðar kantlínur, hálfbrotin og óbrotin miðlína mætast í mælistaðnum, sú óbrotna er sunnar.
Vegsýn:	Vegsýnarband er ekki útfyllt á langsniði á teikningu frá Vega-gerðinni. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum 200 m fyrir akrein S og takmarkast þar af hæðarlegu, en 270 m fyrir akrein N og takmarkast þar af skógarkjarri. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin $<304$ m í suður en 304–450 m í norður miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Nýlega yfirlögð klæðing á akbraut, mjög gott ástand. Lausamöl eða laust klæðingarefni á öxlum.



Ljósmyndir af mælistaðnum Háumelum. Efst t.v. er horft yfir mælistaðinn og í norður. Efst t.h. er horft eftir malarveginum í átt að mælistaðnum. Á neðri myndunum er horft eftir akrein í suður og akrein í norður. Á öllum myndunum sést ratsjain og mælingabíllinn. (Ljós. H.P.)

Mælistaður: Háumelar

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein S

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 121 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 65 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 124$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,75$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,43$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,76$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,76$  km/h =  $\pm 1,50$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 92,75 \pm 1,50$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 101$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,16$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,16$  km/h =  $\pm 2,29$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 101 \pm 2,29$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 4,85$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 15,51$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein N**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 115 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 63 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 133$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,89$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,53$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,83$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,83$  km/h =  $\pm 1,63$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 92,89 \pm 1,63$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 101$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,26$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,26$  km/h =  $\pm 2,50$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 101 \pm 2,50$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstæða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 7,67$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 15,51$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Daníelslundur



Kort af mælistaðnum Daníelslundu, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

---

### Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga

---

Mæliaðferð:	Ratsjá.
Dagur og tími:	Fimmtudag 30. júní 2011 kl. 15:00–16:40 og föstudag 1. júlí kl. 12:35–14:25, báðar akreinar samtímis.
Veður:	30.6.: 16–17 °C, vnv–nnv 2–4 m/s, léttskýjað, sólskin lengst af, þurr, skyggni óhindrað. 1.7.: 13–14 °C, norðan 2–3 m/s, alskýjað, þurr, skyggni óhindrað.
Vegheiti:	Hringvegur, Hvítárvallavegur – Borgarfjarðarbraut.
Vegnr. og kaflanr.:	1-g9.
Staðsetning:	Beygjan fyrir neðan brekkuna við bæinn Svignaskarð og meðfram skógræktar- og útivistarsvæðinu Daníelslundu.
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 32.930 (stöðvasetning hækkar til norðurs).
Staðsetn. í beygju:	Um 110 m norðan við miðja beygju sem er um 14% af lengd beygjunnar.
Afstaða mælitækja:	Ratsjain stóð 4,7 m frá akbrautarbrún. Bifreiðin stóð um 20 m frá akbrautarbrún fyrri daginn og um 16 m þann seinni og var fjarlægð milli mælingamanns og ratsjár 16 m og 12,2 m.
Hnit mælistaðar:	N 64° 39,573' V 21° 42,695' þar sem ratsjain stóð.
Fjarl. frá þéttbýli:	14,9 km frá Borgarnesi, hringtorgi við Snæfellsnesveg.
Umhverfi:	Lágar ávalar hæðir innan í beygju. Hærri hæð og greiniskógur utan beygju og þar er tenging inn á bílastæði.
Ársgdagsumferð:	ÁDU = 1923 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.

---



**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = 1000$ m, $A_1 = 350$ m, $A_2 = 350$ m, lengd beygju = 826,11 m, $CCR_s = 90,31$ gon/km.
Hæðarlega:	Á lágboga, $S = 0,39\%$ ( $-0,39\%$ á akrein S, $0,39\%$ á akrein N).
Þversnið:	Einhalli. $q = -5,8$ á akrein S, $q = +5,8\%$ á akrein N. Akreinabreiddir: $b = 3,26$ m á akrein S, $b = 3,15$ m á akrein N. Breidd malbiks á öxlum: 0,20 m við akrein S, 0,38 m við akr. N.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur brotnar. Miðlína fullbrotin (3 m lína og 9 m bil).
Vegsýn:	Vegsýnarband er ekki útfyllt á langsniði á teikningu frá Vegagerðinni. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum $>500$ m fyrir akrein N og 480 m fyrir akrein S og takmarkast þar af hæð innan í beygju. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið $>450$ m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Yfirlögð klæðing í hjólför á akbraut, gott ástand. Klæðing á öxlum.



Ljósmyndir af mælistaðnum Daníelslundu. Á efri myndunum er ratsjáin í forgrunni og horft í norður og suður eftir veginum. Neðst t.v. er horft eftir akrein í norður og þar sést afstaða ratsjár og mælingabílsins. Neðst t.h. er horft eftir akrein í suður, sú mynd er ekki tekin á mælingadegi. (ljósm. H.P.).

Mælistaður: Daníelslundur

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein S

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 123 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 62 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 121$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 95,28$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 10,23$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,93$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,93$  km/h =  $\pm 1,84$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 95,28 \pm 1,84$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 105$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,42$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,42$  km/h =  $\pm 2,82$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 105 \pm 2,82$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstæða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 32,77$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 15,51$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar fyrir akrein N**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1.

Mæliskekkja í stakri hraðamælingu  $j$  er  $\pm 1,6$  km/h, ótiltekið öryggisstig.

Mesti hraði  $v_{max} = 125 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 72 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 123$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 97,43$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,55$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,86$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,86$  km/h =  $\pm 1,71$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 97,43 \pm 1,71$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 107$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,32$  km/h

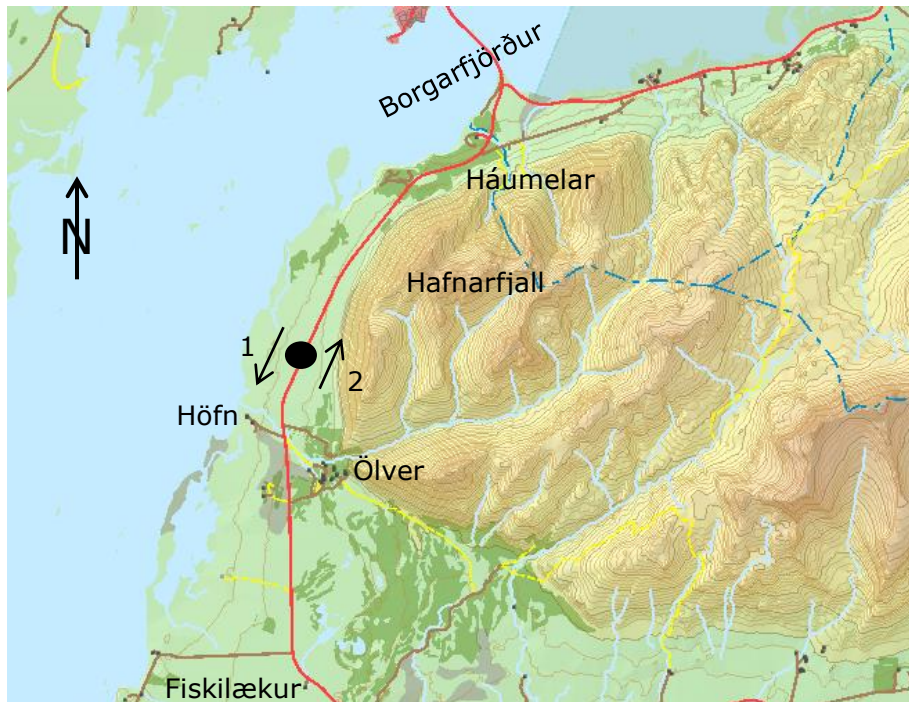
95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,32$  km/h =  $\pm 2,61$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 107 \pm 2,61$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu:

Niðurstæða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 16,54$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

Mælistaður: Hafnarmelar



Kort af mælistaðnum Hafnarmelum, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

**Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga**

Mæliaðferð:	Umferðargreinir.					
Dagur og tími:	Þriðjud. –fimmtud. 3. –5. maí og þriðjud. –fimmtud. 10. –12. maí 2011 kl. 9:30-15:30 alla dagana, báðar akreinar samtímis.					
Veður (dags., hitastig, vindstyrkur, skýjahula, aths.):	3.5.	4.5.	5.5.	10.5.	11.5.	12.5.
	9–15 °C	7–8 °C	7–10 °C	13–15 °C	7–11 °C	6–8 °C
	1–6 m/s	1–2 m/s	2–5 m/s	3–6 m/s	8–11 m/s	4–8 m/s
	1/8	8/8	(5–7)/8	(3–6)/8	(8–11)/8	(4–8)/8
	þokumóða, úrk. í grennd					
Vegheiti:	Hringvegur, Hafnarvegur – Borgarfjarðarbraut.					
Vegnr. og kaflanr.:	1-g4.					
Staðsetning:	Á beinum kafla undir Hafnarfjalli skammt norðan beygjunnar norðan við bæinn Höfn og sumarhúsabyggðina kringum Ölver.					
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 7.100 (stöðvasetning hækkar til norðurs).					
Hnit mælistaðar:	N 64° 28,806' V 21° 57,378'.					
Fjarl. frá þéttbýli:	9,0 km frá Borgarnesi, gatnamótum við Brúartorg.					
Umhverfi:	Flatlendi, að mestu gróið. Einfalt skjólbelti austan við veginn.					
Ársgugsumferð:	ÁDU = 3403 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.					

**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = \infty$ , $CCR_s = 0$ gon/km.
Hæðarlega:	Á jöfnum halla, $S = 0,48\%$ (–0,48% á akrein 1, 0,48% á akr. 2).
Þversnið:	Rishalli. $q = -3,5\%$ á báðum akreinum. Akreinabreiddir: $b = 3,36$ m á akrein 1, $b = 3,30$ m á akrein 2. Breidd malbiks á öxlum: 0,52 m við akrein 1, 0,40 m við akr. 2.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur brotnar. Miðlína fullbrotin (3 m lína og 9 m bil).
Vegsýn:	Vegsýnarband er ekki langsniði á teikningu frá Vegagerðinni. Vegsýn fyrir stöðvunar lengd var metin af teikningunum $>500$ m á báðum akreinum. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin $>450$ m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Klæðing á akbraut og öxlum. Gott ástand, hjólför þó greinileg.



*Ljósmyndir af mælistaðnum Hafnarmelum. Á efri myndunum er horft eftir sitt hvorri akreininni og á neðri myndunum sést vegurinn í nærmynd á mælistaðnum. Á vinstri myndunum er horft í norður og á hægri myndunum í suður. Umferðargreiniskassinn sést til hliðar við veg á þremur myndanna. Myndirnar eru ekki teknar á mælingadegi. (ljósm. H.Þ.)*

Mælistaður: Hafnarmelar

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 3. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

#### Akrein 1, akstursstefna í suður

Mesti hraði:  $v_{max} = 131 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 64 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 218$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,45$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,21$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,62$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,62$  km/h =  $\pm 1,23$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 93,45 \pm 1,23$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,95$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,95$  km/h =  $\pm 1,88$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 102 \pm 1,88$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 27,82$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

#### Akrein 2, akstursstefna í norður

Mesti hraði:  $v_{max} = 130 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 66 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 212$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,18$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,74$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,60$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,60$  km/h =  $\pm 1,18$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 93,18 \pm 1,18$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 100$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,92$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,92$  km/h =  $\pm 1,81$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 100 \pm 1,81$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 50,06$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 4. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í suður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 122 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 68 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 251$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 95,24$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,40$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,53$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,53$  km/h =  $\pm 1,04$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 95,24 \pm 1,04$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 105$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,81$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,81$  km/h =  $\pm 1,60$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 105 \pm 1,60$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 41,39$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í norður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 115 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 70 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 196$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,52$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,80$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,56$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,56$  km/h =  $\pm 1,10$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 92,52 \pm 1,10$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 100$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,85$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,85$  km/h =  $\pm 1,68$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 100 \pm 1,68$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 10,80$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

Mælistaður: Hafnarmelar

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 5. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

### Akrein 1, akstursstefna í suður

Mesti hraði:  $v_{max} = 140 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 68 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 224$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 95,16$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 10,39$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,69$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,69$  km/h =  $\pm 1,37$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 95,16 \pm 1,37$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 105$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,06$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,06$  km/h =  $\pm 2,09$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 105 \pm 2,09$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 18,11$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 21,03$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

### Akrein 2, akstursstefna í norður

Mesti hraði:  $v_{max} = 130 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 75 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 230$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,72$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,64$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,50$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,50$  km/h =  $\pm 0,99$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 93,72 \pm 0,99$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,77$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,77$  km/h =  $\pm 1,52$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 102 \pm 1,52$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 31,44$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.



**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 10. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í suður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 130 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 70 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 220$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 94,12$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,84$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,66$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,66$  km/h =  $\pm 1,31$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 94,12 \pm 1,31$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 105$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,01$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,01$  km/h =  $\pm 2,00$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 105 \pm 2,00$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 51,64$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 22,36$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í norður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 164 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 68 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 193$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,86$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,84$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,71$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,71$  km/h =  $\pm 1,40$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 92,86 \pm 1,40$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 100$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,08$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,08$  km/h =  $\pm 2,14$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 100 \pm 2,14$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 43,83$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

Mælistaður: Hafnarmelar

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 11. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

### Akrein 1, akstursstefna í suður

Mesti hraði:  $v_{max} = 140 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 67 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 263$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,61$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,57$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,59$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,59$  km/h =  $\pm 1,16$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 93,61 \pm 1,16$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,90$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,90$  km/h =  $\pm 1,78$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 102 \pm 1,78$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 29,94$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 22,36$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

### Akrein 2, akstursstefna í norður

Mesti hraði:  $v_{max} = 131 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 64 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 208$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,90$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,83$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,68$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,68$  km/h =  $\pm 1,34$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 93,90 \pm 1,34$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 1,04$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 1,04$  km/h =  $\pm 2,06$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 102 \pm 2,06$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 78,78$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 12. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í suður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 146 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 75 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 237$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 94,91$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,70$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,63$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,63$  km/h =  $\pm 1,24$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 93,61 \pm 1,24$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 105$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,96$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,96$  km/h =  $\pm 1,90$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 105 \pm 1,90$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 47,89$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 19,68$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í norður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 122 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 72 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 201$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,71$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,35$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,59$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,59$  km/h =  $\pm 1,16$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 93,71 \pm 1,16$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,90$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,90$  km/h =  $\pm 1,78$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 102 \pm 1,78$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 37,48$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

Mælistaður: Árvellir



Kort af mælistaðnum Árvöllum, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

**Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga**

Mæliaðferð:	Umferðargreinir.					
Dagur og tími:	Þriðjud. –fimmtud. 3. –5. maí og þriðjud. –fimmtud. 10. –12. maí 2011 kl. 9:30-15:30 alla dagana, báðar akreinar samtímis.					
Veður (dags., hitastig, vindstyrkur, skýjahula, aths.):	3.5.	4.5.	5.5.	10.5.	11.5.	12.5.
	9–11 °C	6–8 °C	7–10 °C	12–13 °C	9–13 °C	7–9 °C
	2–6 m/s	0–3 m/s	0–5 m/s	0–6 m/s	1–3 m/s	0–10 m/s
	(2–3)/8	8/8	7/8	7/8	(2–5)/8	(2–5)/8
		rigning		skúrir		
Vegheiti:	Hringvegur, Þingvallavegur – Brautarholtsvegur.					
Vegnr. og kaflanr.:	1-f5.					
Staðsetning:	Á beinum kafla sunnan Grundarhverfis á Kjalarnesi við bæinn Árvelli.					
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 20.050 (stöðvasetning hækkar til norðurs).					
Hnit mælistaðar:	N 64° 13,02' V 21° 47,34'.					
Fjarl. frá þéttbýli:	3,6 km frá Grundarhverfi, vegamótum við Brautarholtsveg.					
Umhverfi:	Flatlendi, tún, reiðvegur beggja vegna vegar. Tengingar við bæi á 150–300 m fresti.					
Ársgagssumferð:	ÁDU = 6536 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.					

**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = \infty$ , $CCR_s = 0$ gon/km.
Hæðarlega:	Á jöfnum halla, $S = -0,18\%$ ( $-0,18\%$ á akrein 1, $0,18\%$ á akr. 2).
Þversnið:	Rishalli. Þverhallaband vantar á teikningu. Á teikningu af fyrsta beina kafla norðan Grundarhvefis, þ.e. um 4 km norðan mælistaðar, er rishalli $q = -3,5\%$ . Akreinabreiddir: $b = 3,28$ m á akrein 1, $b = 3,21$ m á akrein 2. Breidd malbiks á öxlum: 0,98 m við akrein 1, 1,14 m við akr. 2.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur heilar. Miðlína fullbrotin (3 m lína og 9 m bil). Fræstar rillur í miðlínu og köntum.
Vegsýn:	Vegsýnarband er ekki á langsniði á teikningu frá Vegagerðinni. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum $>500$ m á báðum akreinum. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin $>450$ m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Malbik á akbraut og öxlum. Mjög gott ástand, hjólför greinileg.



*Ljósmyndir af mælistaðnum Árvöllum. Efst t.v. er horft eftir akrein 1 og efst t.h. eftir akrein 2. Á neðri myndunum sést vegurinn í nærmynd á mælistaðnum. Umferðargreiniskassinn sést til hliðar við veg á þremur myndanna. Myndirnar eru ekki teknar á mælingadeigi. (ljósm. H.P.)*

Mælistaður: Árvellir

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 3. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

#### Akrein 1, akstursstefna í norður

Mesti hraði:  $v_{max} = 115 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 50 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 336$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 85,11$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,72$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,42$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,42$  km/h =  $\pm 0,83$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 85,11 \pm 0,83$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 92$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,64$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,64$  km/h =  $\pm 1,27$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 92 \pm 1,27$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 29,97$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 19,68$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

#### Akrein 2, akstursstefna í suður

Mesti hraði:  $v_{max} = 108 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 51 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 285$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 87,52$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 6,82$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,40$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,40$  km/h =  $\pm 0,79$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 87,52 \pm 0,79$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 94$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,62$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,62$  km/h =  $\pm 1,22$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 94 \pm 1,22$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 22,87$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 4. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í norður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 115 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 49 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 367$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 86,16$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,53$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,39$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,39$  km/h =  $\pm 0,77$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 86,16 \pm 0,77$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 92$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,60$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,60$  km/h =  $\pm 1,18$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 92 \pm 1,18$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 39,61$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í suður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 109 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 62 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 279$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 88,35$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 6,70$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,40$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,40$  km/h =  $\pm 0,79$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 88,35 \pm 0,79$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 95$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,61$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,61$  km/h =  $\pm 1,21$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 95 \pm 1,21$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 10,76$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

Mælistaður: Árvellir

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 5. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

### Akrein 1, akstursstefna í norður

Mesti hraði:  $v_{max} = 108 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 44 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 370$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 85,60$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,69$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,40$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,40$  km/h =  $\pm 0,79$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 85,60 \pm 0,79$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 92$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,61$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,61$  km/h =  $\pm 1,20$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 92 \pm 1,20$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 36,21$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 19,68$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

### Akrein 2, akstursstefna í suður

Mesti hraði:  $v_{max} = 124 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 46 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 317$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 87,99$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,52$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,42$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,42$  km/h =  $\pm 0,83$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 87,99 \pm 0,83$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 95$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,65$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,65$  km/h =  $\pm 1,27$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 95 \pm 1,27$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 23,55$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.



**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 10. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í norður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 125 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 47 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 360$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 86,29$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,47$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,39$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,39$  km/h =  $\pm 0,77$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 86,29 \pm 0,77$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 93$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,60$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,60$  km/h =  $\pm 1,18$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 93 \pm 1,18$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 55,68$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í suður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 139 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 59 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 296$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 87,99$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,10$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,47$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,47$  km/h =  $\pm 0,93$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 87,99 \pm 0,93$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 94$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,72$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,72$  km/h =  $\pm 1,42$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 94 \pm 1,42$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 30,70$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

Mælistaður: Árvellir

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 11. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

### Akrein 1, akstursstefna í norður

Mesti hraði:  $v_{max} = 110 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 44 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 311$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 86,86$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,14$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,40$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,40$  km/h =  $\pm 0,80$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 86,86 \pm 0,80$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 93$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,62$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,62$  km/h =  $\pm 1,22$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 93 \pm 1,22$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 17,41$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

### Akrein 2, akstursstefna í suður

Mesti hraði:  $v_{max} = 106 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 72 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 236$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 88,58$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 5,89$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,38$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,38$  km/h =  $\pm 0,76$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 88,58 \pm 0,76$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 94$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,59$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,59$  km/h =  $\pm 1,16$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 94 \pm 1,16$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 14,70$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 15,51$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 12. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í norður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 162 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 49 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 349$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 86,88$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,72$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,52$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,52$  km/h =  $\pm 1,02$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 86,88 \pm 1,02$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 94$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,80$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,80$  km/h =  $\pm 1,57$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 94 \pm 1,57$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 72,18$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í suður**

Mesti hraði:  $v_{max} = 153 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 47 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 288$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 87,82$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,92$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,47$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,47$  km/h =  $\pm 0,92$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 87,82 \pm 0,92$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 94$  km/h

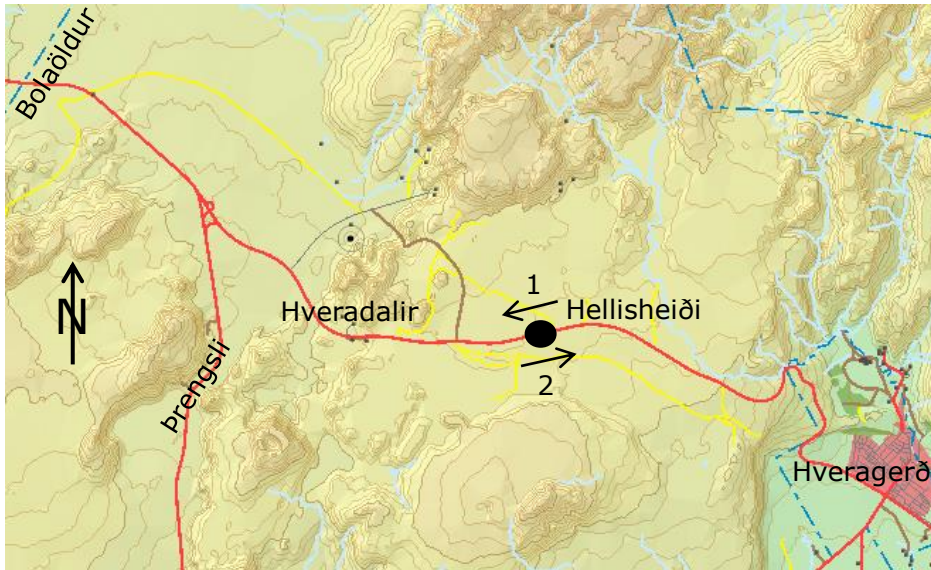
Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,71$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,71$  km/h =  $\pm 1,41$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 94 \pm 1,41$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 36,56$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 15,51$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Hellisheiði



Kort af mælistaðnum Hellisheiði, byggt á Landmælingum Íslands (án dags.).

### Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga

Mæliaðferð:	Umferðargreinir.					
Dagur og tími:	Þriðjud. –fimmtud. 3. –5. maí og þriðjud. –fimmtud. 10. –12. maí 2011 kl. 9:30-15:30 alla dagana, báðar akreinar samtímis.					
Veður (dags., hitastig, vindstyrkur, skýjahula, aths.):	3.5.	4.5.	5.5.	10.5.	11.5.	12.5.
	9–10 °C	4–5 °C	5–7 °C	8–10 °C	8–10 °C	5–6 °C
	1–5 m/s	1–4 m/s	2–5 m/s	4–6 m/s	0–5 m/s	2–8 m/s
	6/8	8/8	(6–8)/8	8/8	(4–7)/8	2/8
		rigning		úrsk. í grennd		
Vegheiti:	Hringvegur, Þorlákshafnarvegur – Þrengslavegur.					
Vegnr. og kaflanr.:	1-d8.					
Staðsetning:	Á beinum kafla, þeim vestari af tveimur beinum köflum á Hellisheiði.					
Stöð í veglínu:	U.þ.b. st. 28.425 (stöðvasetning hækkar til austurs).					
Hnit mælistaðar:	N 64° 01,218' V 21° 19,566'.					
Fjarl. frá þéttbýli:	9,3 km frá Hveragerði, hringtorgi við Þorlákshafnarveg.					
Umhverfi:	Flöt heiði, hraun.					
Ársgagssumferð:	ÁDU = 5980 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.					

**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = \infty$ , $CCR_s = 0$ gon/km.
Hæðarlega:	Á jöfnum halla, $S = -0,83\%$ (0,83% á akrein 1, $-0,83\%$ á akr. 2).
Þversnið:	Rishalli. $q = -2,5\%$ á báðum akreinum. Akreinabreiddir: $b = 3,45$ m á báðum akreinum. Breidd malbiks á öxlum: 1,95 m á báðum akreinum.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur heilar. Miðlína fullbrotin (3 m lína og 9 m bil).
Vegsýn:	Skv. vegsýnarbandi á langsniði á teikningu frá Vegagerðinni er vegsýnin $>470$ m. Vegsýn fyrir stöðvunarlengd var metin af teikningunum $>500$ m á báðum akreinum. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin 304–450 m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Malbik á akbraut og öxlum. Mjög gott ástand, hjólför lítt greinileg.



*Ljósmyndir af mælistaðnum Helligheiði. Á efri myndunum er horft í austur að mælistaðnum, umferðargreiniskassinn sést hægra megin vegar. Á neðri myndunum er horft frá mælistaðnum í vestur. Myndirnar eru ekki teknar á mælingadegi. (ljósm. H.P.)*

Mælistaður: Hellisheiði

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 3. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

#### Akrein 1, akstursstefna í vestur

Mesti hraði:  $v_{max} = 121 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 73 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 390$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 93,42$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,19$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,36$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,36$  km/h =  $\pm 0,72$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 93,42 \pm 0,72$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 100$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,56$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,56$  km/h =  $\pm 1,10$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 100 \pm 1,10$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 46,86$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 21,03$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

#### Akrein 2, akstursstefna í austur

Mesti hraði:  $v_{max} = 124 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 76 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 311$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 96,01$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,95$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,45$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,45$  km/h =  $\pm 0,89$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 96,01 \pm 0,89$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 104$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,69$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,69$  km/h =  $\pm 1,36$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 104 \pm 1,36$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 36,85$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 4. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í vestur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 131 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 74 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 355$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 94,36$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,63$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,40$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,40$  km/h =  $\pm 0,80$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 94,36 \pm 0,80$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 101$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,62$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,62$  km/h =  $\pm 1,22$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 101 \pm 1,22$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 19,63$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 21,03$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í austur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 135 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 77 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 346$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 96,27$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,86$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,42$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,42$  km/h =  $\pm 0,83$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 96,27 \pm 0,83$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 104$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,65$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,65$  km/h =  $\pm 1,27$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 104 \pm 1,27$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 39,50$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

Mælistaður: Hellisheiði

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 5. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

### Akrein 1, akstursstefna í vestur

Mesti hraði:  $v_{max} = 127 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 64 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 361$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 94,80$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,84$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,41$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,41$  km/h =  $\pm 0,81$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 94,80 \pm 0,81$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,63$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,63$  km/h =  $\pm 1,24$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 102 \pm 1,24$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 34,63$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

### Akrein 2, akstursstefna í austur

Mesti hraði:  $v_{max} = 134 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 79 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 307$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 95,87$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,52$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,43$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,43$  km/h =  $\pm 0,84$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 95,87 \pm 0,84$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 103$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,66$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,66$  km/h =  $\pm 1,29$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 103 \pm 1,29$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 19,38$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 16,92$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.



**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 10. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniadferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í vestur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 146 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 78 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 401$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 95,82$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,17$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,41$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,41$  km/h =  $\pm 0,80$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 95,82 \pm 0,80$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 103$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,62$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,62$  km/h =  $\pm 1,23$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 103 \pm 1,23$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 38,96$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 22,36$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í austur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 142 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 71 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 348$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 94,57$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,52$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,40$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,40$  km/h =  $\pm 0,79$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 94,57 \pm 0,79$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,62$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,62$  km/h =  $\pm 1,21$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 102 \pm 1,21$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 24,63$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

Mælistaður: Hellisheiði

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 11. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

### Akrein 1, akstursstefna í vestur

Mesti hraði:  $v_{max} = 136 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 73 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 374$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 95,26$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,00$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,41$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,41$  km/h =  $\pm 0,81$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 95,26 \pm 0,81$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 103$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,63$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,63$  km/h =  $\pm 1,24$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 103 \pm 1,24$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 32,01$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 22,36$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

### Akrein 2, akstursstefna í austur

Mesti hraði:  $v_{max} = 128 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 77 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 408$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 96,58$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,19$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,41$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,41$  km/h =  $\pm 0,80$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 96,58 \pm 0,80$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 104$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,62$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,62$  km/h =  $\pm 1,22$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 104 \pm 1,22$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 48,61$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 22,36$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 12. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í vestur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 118 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 62 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 426$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 94,22$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,36$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,36$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,36$  km/h =  $\pm 0,70$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 94,22 \pm 0,70$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 102$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,55$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,55$  km/h =  $\pm 1,07$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 102 \pm 1,07$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 26,99$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 21,03$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í austur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 130 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 74 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 364$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 97,38$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,44$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,44$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,44$  km/h =  $\pm 0,87$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 97,38 \pm 0,87$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 106$  km/h

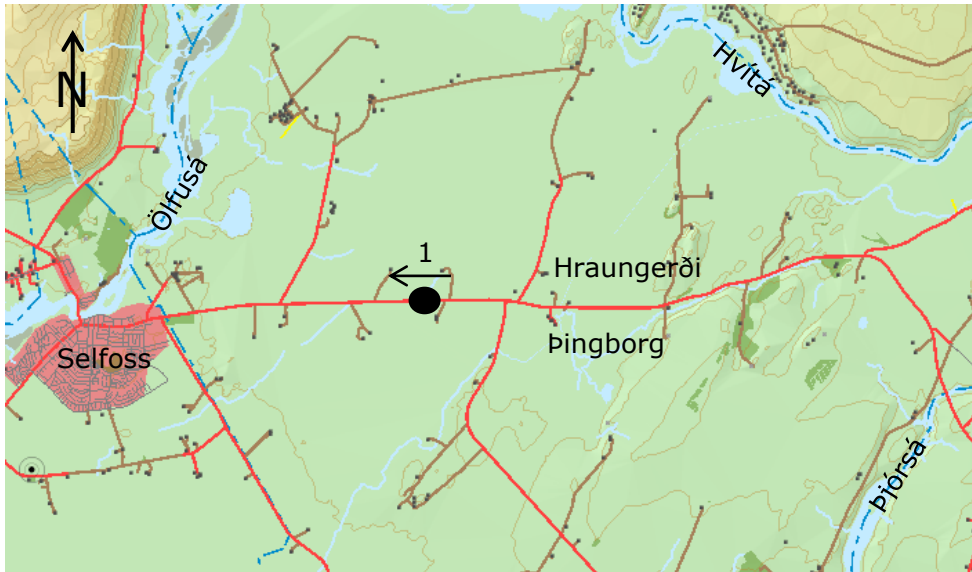
Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,68$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,68$  km/h =  $\pm 1,33$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 106 \pm 1,33$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 34,23$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 21,03$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

## Mælistaður: Þingborg



Kort af mælistaðnum Þingborg, byggt á Landmælingum Íslands (án dags).

### Lýsing staðhátta og framkvæmdar hraðamælinga

Mæliaðferð:	Umferðargreinir.						
Dagur og tími:	Þriðjud. –fimmtud. 3. –5. maí og þriðjud. –fimmtud. 10. –12. maí 2011 kl. 9:30-15:30 alla dagana, báðar akreinar samtímis.						
Veður (dags., hitastig, vindstyrkur, skýjahula, aths.):	3.5.	4.5.	5.5.	10.5.	11.5.	12.5.	
	9–10 °C	7–8 °C	8–11 °C	11–13 °C	10–14 °C	9–12 °C	
	1–4 m/s	2 m/s	2–5 m/s	5–7 m/s	3–7 m/s	1–6 m/s	
	(6–8)/8	8/8	(6–8)/8	8/8	(4–7)/8	2/8	
	þoka úrk. í grennd						
Vegheiti:	Hringvegur, Skeiðavegur – Gaulverjabæjarvegur.						
Vegnr. og kaflanr.:	1-d2.						
Staðsetning:	Á beinum kafla milli afleggara að bæjunum Króki, norðan vegar, og Langsstaða, sunnan vegar, um 400 m frá þeim síðarnefnda.						
Stöð í veglínu:	U.þ.b.st. 56.605 (stöðvasetning hækkar til austurs).						
Hnit mælistaðar:	N 63° 56,580' V 20° 52,200'.						
Fjarl. frá þéttbýli:	5,1 km frá Selfossi, vegamótum við Gaulverjabæjarveg.						
Umhverfi:	Flatlendi. Graslendi og tún. Reiðvegur sunnan vegarins.						
Ársgagsumferð:	ÁDU = 3341 ökutæki/sólarhring samtals í báðar akstursstefnur árið 2011.						

**Vegferill og vegyfirborð**

Lárétt lega:	$R = \infty$ , $CCR_s = 0$ gon/km.
Hæðarlega:	Á jöfnum halla, $S = 0,12\%$ ( $-0,12\%$ á akrein 1).
Þversnið:	Rishalli. Teikningu vantar. Mælistaður er í st. 56605. Teikning byrjar í st. 57850 og er það nýtt þverhallaband þegar vegur var fræstur árið 2003. Það er $-3,5\%$ rishalli á beinum kafla sem byrjar í st. 59064,5 en þar á milli er einhalli $4,9\%$ vegna beygju með $R = 1000$ . Akreinabreidd: $b = 3,60$ m á báðum akreinum. Breidd klæðingar á öxl: $0,90$ m á akrein 1, $0,80$ á akrein 2.
Yfirborðsmerkingar:	Málaðar kantlínur brotnar. Miðlína fullbrotin (3 m lína og 9 m bil).
Vegsýn:	Vegsýnarband er ekki langsniði á teikningu frá Vegagerðinni. Vegsýn fyrir stöðvunar lengd var metin af teikningunum $>500$ m á báðum akreinum. Gerð miðlínu gefur til kynna að vegsýn hafi verið metin $>450$ m í báðar stefnur miðað við <i>Handbók um Yfirborðsmerkingar</i> (Vegagerðin/Gatnamálastofa, 2006).
Ástand yfirborðs:	Klæðing á akbraut og öxlum. Mjög gott ástand, hjólför lítt greinileg.



Ljósmyndir af mælistaðnum Þingborg. T.v. er horft eftir akrein í vestur. T.h. er horft eftir gagnstæðri akrein og umferðargreiniskassinn sést hægra megin vegar. Myndirnar eru ekki teknar á mælingadegi. (ljósm. H.P.)

Mælistaður: Þingborg

### Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 3. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

#### Akrein 1, akstursstefna í vestur

Mesti hraði:  $v_{max} = 117 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 77 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 281$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,38$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 7,07$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,42$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,42$  km/h =  $\pm 0,83$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 92,38 \pm 0,83$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 100$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,65$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,65$  km/h =  $\pm 1,27$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 100 \pm 1,27$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 40,74$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

#### Akrein 2, akstursstefna í austur

Gögn eru ekki til.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 4. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í vestur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 122 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 53 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 292$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 91,23$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,50$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,50$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,50$  km/h =  $\pm 0,98$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 91,23 \pm 0,98$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 98$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,76$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,76$  km/h =  $\pm 1,50$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 98 \pm 1,50$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 46,27$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 21,03$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í austur**

Gögn eru ekki til.

Mælistaður: Þingborg

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 5. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

### Akrein 1, akstursstefna í vestur

Mesti hraði:  $v_{max} = 130 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 63 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 286$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,77$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,62$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,51$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,51$  km/h =  $\pm 1,00$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 92,77 \pm 1,00$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 100$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,78$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,78$  km/h =  $\pm 1,54$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 100 \pm 1,54$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 34,05$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 21,03$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

### Akrein 2, akstursstefna í austur

Gögn eru ekki til.



**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 10. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í vestur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 139 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 44 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 301$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,59$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 9,14$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,53$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,53$  km/h =  $\pm 1,04$  km/h

Meðalhraði með 95% vikiörkum:  $\bar{v} = 92,59 \pm 1,04$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 100$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,81$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,81$  km/h =  $\pm 1,59$  km/h

85%-hraði með 95% vikiörkum:  $V_{85} = 100 \pm 1,59$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 40,89$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 22,36$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í austur**

Gögn eru ekki til.

Mælistaður: Þingborg

## Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 11. maí 2011

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

### Akrein 1, akstursstefna í vestur

Mesti hraði:  $v_{max} = 136 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 69 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 270$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 94,26$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,69$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,53$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,53$  km/h =  $\pm 1,04$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 94,26 \pm 1,04$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 101$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,81$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,81$  km/h =  $\pm 1,59$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 101 \pm 1,59$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 23,04$  og  $\chi_{\alpha, k-1-2}^2 = 19,68$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er hafnað miðað við 95% öryggisstig.

### Akrein 2, akstursstefna í austur

Gögn eru ekki til.

**Tölfræði og niðurstöður hraðamælingar 12. maí 2011**

Gert er ráð fyrir normlegri dreifingu gagna og skekkja. Miðað er við marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$ . Reikniaðferðum er lýst í kafla 3.4.1. Gert er ráð fyrir að mæliskekkja í stakri hraðamælingu sé lágmarkskrafan  $\pm 1,6$  km/h (ótiltekið öryggisstig), sbr. kafla 3.2.3.

**Akrein 1, akstursstefna í vestur**

Mesti hraði:  $v_{max} = 133 \pm 1,6$  km/h

Minnsti hraði:  $v_{min} = 61 \pm 1,6$  km/h

Fjöldi mældra ökutækja:  $n = 284$

Meðalhraði:  $\bar{v} = 92,61$  km/h

Staðalfrávik hraðadreifingar:  $s = 8,17$  km/h

Staðalskekkja meðalhraða:  $se_m = s/\sqrt{n} = 0,48$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_m = \pm 1,98 \cdot 0,48$  km/h =  $\pm 0,95$  km/h

Meðalhraði með 95% vikmörkum:  $\bar{v} = 92,61 \pm 0,95$  km/h

85%-hraði:  $V_{85} = 100$  km/h

Staðalskekkja 85%-hraðans:  $se_{85} = \sqrt{2,342s^2/n} = 0,74$  km/h

95% öryggisbil:  $\pm t_{\alpha/2, n-1} \cdot se_{85} = \pm 1,98 \cdot 0,74$  km/h =  $\pm 1,46$  km/h

85%-hraði með 95% vikmörkum:  $V_{85} = 100 \pm 1,46$  km/h

Mátgæði við normlega dreifingu: Niðurstaða kí-kvaðrat-prófs var  $t = 17,90$  og  $\chi^2_{\alpha, k-1-2} = 18,31$  fyrir marktæktarkröfu  $\alpha = 0,05$  þannig að tilgátunni að hraðagögnin séu normlega dreifð er ekki hafnað miðað við 95% öryggisstig.

**Akrein 2, akstursstefna í austur**

Gögn eru ekki til.



## Viðauki M: Munur milli mælinga á 85%-hraða

Hér er að finna niðurstöður úr tilgátuprófi fyrir mun á milli hveftra tveggja mælinga á 85%-hraða á sama mælistað en á mismunandi dögum. Prófið var gert fyrir gögn úr umferðargreinum og gefur til kynna hvort munurinn telst marktækur eða ómarktækur. Ef  $|t|$  er á höfnunarsvæði þá er marktækur munur á  $V_{85}$  á milli daga miðað við 95% öryggisstig.

Munur á 85%-hraða sem mældur var á mismunandi dögum.

Mælistaður	Akrein	Dagar í maí 2011	n <sub>1</sub>	s <sub>1</sub>	V <sub>85,1</sub> (km/h)	n <sub>2</sub>	s <sub>2</sub>	V <sub>85,2</sub> (km/h)	V <sub>85,1</sub> -V <sub>85,2</sub>   (km/h)	t	r	t <sub>a/2,r</sub>	Er  t  á höfnunarsvæði?*
Hafnarmelar	1	3. og 4.	218	9,21	102	251	8,40	105	3	-2,40	443	1,965	já
Hafnarmelar	1	3. og 5.	218	9,21	102	224	10,39	105	3	-2,10	436	1,965	já
Hafnarmelar	1	3. og 10.	218	9,21	102	220	9,84	105	3	-2,15	434	1,965	já
Hafnarmelar	1	3. og 11.	218	9,21	102	263	9,57	102	0	0,00	468	1,965	nei
Hafnarmelar	1	3. og 12.	218	9,21	102	237	9,70	105	3	-2,21	452	1,965	já
Hafnarmelar	1	4. og 5.	251	8,40	105	224	10,39	105	0	0,00	428	1,966	nei
Hafnarmelar	1	4. og 10.	251	8,40	105	220	9,84	105	0	0,00	433	1,965	nei
Hafnarmelar	1	4. og 11.	251	8,40	105	263	9,57	102	3	2,47	508	1,965	já
Hafnarmelar	1	4. og 12.	251	8,40	105	237	9,70	105	0	0,00	467	1,965	nei
Hafnarmelar	1	5. og 10.	224	10,39	105	220	9,84	105	0	0,00	441	1,965	nei
Hafnarmelar	1	5. og 11.	224	10,39	105	263	9,57	102	3	2,15	458	1,965	já
Hafnarmelar	1	5. og 12.	224	10,39	105	237	9,70	105	0	0,00	451	1,965	nei
Hafnarmelar	1	10. og 11.	220	9,84	105	263	9,57	102	3	2,21	461	1,965	já
Hafnarmelar	1	10. og 12.	220	9,84	105	237	9,70	105	0	0,00	451	1,965	nei
Hafnarmelar	1	11. og 12.	263	9,57	102	237	9,70	105	3	-2,27	491	1,965	já
Hafnarmelar	2	3. og 4.	212	8,74	100	196	7,80	100	0	0,00	405	1,966	nei
Hafnarmelar	2	3. og 5.	212	8,74	100	230	7,64	102	2	-1,67	420	1,966	nei
Hafnarmelar	2	3. og 10.	212	8,74	100	193	9,84	100	0	0,00	385	1,966	nei
Hafnarmelar	2	3. og 11.	212	8,74	100	208	9,83	102	2	-1,44	410	1,966	nei
Hafnarmelar	2	3. og 12.	212	8,74	100	201	8,35	102	2	-1,55	410	1,966	nei
Hafnarmelar	2	4. og 5.	196	7,80	100	230	7,64	102	2	-1,74	410	1,966	nei
Hafnarmelar	2	4. og 10.	196	7,80	100	193	9,84	100	0	0,00	365	1,966	nei
Hafnarmelar	2	4. og 11.	196	7,80	100	208	9,83	102	2	-1,48	390	1,966	nei
Hafnarmelar	2	4. og 12.	196	7,80	100	201	8,35	102	2	-1,61	394	1,966	nei
Hafnarmelar	2	5. og 10.	230	7,64	102	193	9,84	100	2	1,50	358	1,967	nei
Hafnarmelar	2	5. og 11.	230	7,64	102	208	9,83	102	0	0,00	389	1,966	nei
Hafnarmelar	2	5. og 12.	230	7,64	102	201	8,35	102	0	0,00	408	1,966	nei
Hafnarmelar	2	10. og 11.	193	9,84	100	208	9,83	102	2	-1,33	396	1,966	nei
Hafnarmelar	2	10. og 12.	193	9,84	100	201	8,35	102	2	-1,42	376	1,966	nei
Hafnarmelar	2	11. og 12.	208	9,83	102	201	8,35	102	0	0,00	400	1,966	nei
Árvellir	1	3. og 4.	336	7,72	92	367	7,53	92	0	0,00	692	1,963	nei
Árvellir	1	3. og 5.	336	7,72	92	370	7,69	92	0	0,00	696	1,963	nei
Árvellir	1	3. og 10.	336	7,72	92	360	7,47	93	1	-1,13	686	1,963	nei
Árvellir	1	3. og 11.	336	7,72	92	311	7,14	93	1	-1,12	644	1,964	nei

(Framhald)

Mælistaður	Akrein	Dagar í maí 2011	n <sub>1</sub>	s <sub>1</sub>	V <sub>85,1</sub> (km/h)	n <sub>2</sub>	s <sub>2</sub>	V <sub>85,2</sub> (km/h)	V <sub>85,1</sub> -V <sub>85,2</sub>   (km/h)	t	r	t <sub>a/2,r</sub>	Er  t  á höfnunarsvæði?*
Árvellir	1	3. og 12.	336	7,72	92	349	9,72	94	2	-1,95	659	1,964	nei
Árvellir	1	4. og 5.	367	7,53	92	370	7,69	92	0	0,00	734	1,963	nei
Árvellir	1	4. og 10.	367	7,53	92	360	7,47	93	1	-1,17	724	1,963	nei
Árvellir	1	4. og 11.	367	7,53	92	311	7,14	93	1	-1,16	667	1,964	nei
Árvellir	1	4. og 12.	367	7,53	92	349	9,72	94	2	-2,00	655	1,964	já
Árvellir	1	5. og 10.	370	7,69	92	360	7,47	93	1	-1,16	727	1,963	nei
Árvellir	1	5. og 11.	370	7,69	92	311	7,14	93	1	-1,15	672	1,964	nei
Árvellir	1	5. og 12.	370	7,69	92	349	9,72	94	2	-1,99	662	1,964	já
Árvellir	1	10. og 11.	360	7,47	93	311	7,14	93	0	0,00	662	1,964	nei
Árvellir	1	10. og 12.	360	7,47	93	349	9,72	94	1	-1,00	653	1,964	nei
Árvellir	1	11. og 12.	311	7,14	93	349	9,72	94	1	-0,99	635	1,964	nei
Árvellir	2	3. og 4.	285	6,82	94	279	6,70	95	1	-1,15	561	1,964	nei
Árvellir	2	3. og 5.	285	6,82	94	317	7,52	95	1	-1,12	599	1,964	nei
Árvellir	2	3. og 10.	285	6,82	94	296	8,10	94	0	0,00	568	1,964	nei
Árvellir	2	3. og 11.	285	6,82	94	236	5,89	94	0	0,00	518	1,965	nei
Árvellir	2	3. og 12.	285	6,82	94	288	7,92	94	0	0,00	560	1,964	nei
Árvellir	2	4. og 5.	279	6,70	95	317	7,52	95	0	0,00	593	1,964	nei
Árvellir	2	4. og 10.	279	6,70	95	296	8,10	94	1	1,06	563	1,964	nei
Árvellir	2	4. og 11.	279	6,70	95	236	5,89	94	1	1,18	512	1,965	nei
Árvellir	2	4. og 12.	279	6,70	95	288	7,92	94	1	1,06	554	1,964	nei
Árvellir	2	5. og 10.	317	7,52	95	296	8,10	94	1	1,03	598	1,964	nei
Árvellir	2	5. og 11.	317	7,52	95	236	5,89	94	1	1,15	549	1,964	nei
Árvellir	2	5. og 12.	317	7,52	95	288	7,92	94	1	1,04	590	1,964	nei
Árvellir	2	10. og 11.	296	8,10	94	236	5,89	94	0	0,00	525	1,964	nei
Árvellir	2	10. og 12.	296	8,10	94	288	7,92	94	0	0,00	581	1,964	nei
Árvellir	2	11. og 12.	236	5,89	94	288	7,92	94	0	0,00	517	1,965	nei
Hellisheiði	1	3. og 4.	390	7,19	100	355	7,63	101	1	-1,20	725	1,963	nei
Hellisheiði	1	3. og 5.	390	7,19	100	361	7,84	102	2	-2,38	729	1,963	já
Hellisheiði	1	3. og 10.	390	7,19	100	401	8,17	103	3	-3,59	781	1,963	já
Hellisheiði	1	3. og 11.	390	7,19	100	374	8,00	103	3	-3,56	745	1,963	já
Hellisheiði	1	3. og 12.	390	7,19	100	426	7,36	102	2	-2,57	810	1,963	já
Hellisheiði	1	4. og 5.	355	7,63	101	361	7,84	102	1	-1,13	713	1,963	nei
Hellisheiði	1	4. og 10.	355	7,63	101	401	8,17	103	2	-2,27	751	1,963	já
Hellisheiði	1	4. og 11.	355	7,63	101	374	8,00	103	2	-2,26	726	1,963	já
Hellisheiði	1	4. og 12.	355	7,63	101	426	7,36	102	1	-1,21	743	1,963	nei
Hellisheiði	1	5. og 10.	361	7,84	102	401	8,17	103	1	-1,13	756	1,963	nei

(Framhald)

Mælistaður	Akrein	Dagar í maí 2011	n <sub>1</sub>	s <sub>1</sub>	V <sub>85,1</sub> (km/h)	n <sub>2</sub>	s <sub>2</sub>	V <sub>85,2</sub> (km/h)	V <sub>85,1</sub> -V <sub>85,2</sub>   (km/h)	t	r	t <sub>a/2,r</sub>	Er  t  á höfnunarsvæði?*
Hellisheiði	1	5. og 11.	361	7,84	102	374	8,00	103	1	-1,12	732	1,963	nei
Hellisheiði	1	5. og 12.	361	7,84	102	426	7,36	102	0	0,00	746	1,963	nei
Hellisheiði	1	10. og 11.	401	8,17	103	374	8,00	103	0	0,00	771	1,963	nei
Hellisheiði	1	10. og 12.	401	8,17	103	426	7,36	102	1	1,21	803	1,963	nei
Hellisheiði	1	11. og 12.	374	8	103	426	7,36	102	1	1,20	763	1,963	nei
Hellisheiði	2	3. og 4.	311	7,95	104	346	7,86	104	0	0,00	645	1,964	nei
Hellisheiði	2	3. og 5.	311	7,95	104	307	7,52	103	1	1,05	614	1,964	nei
Hellisheiði	2	3. og 10.	311	7,95	104	348	7,52	102	2	2,16	638	1,964	já
Hellisheiði	2	3. og 11.	311	7,95	104	408	8,19	104	0	0,00	676	1,963	nei
Hellisheiði	2	3. og 12.	311	7,95	104	364	8,44	106	2	-2,07	666	1,964	já
Hellisheiði	2	4. og 5.	346	7,86	104	307	7,52	103	1	1,09	647	1,964	nei
Hellisheiði	2	4. og 10.	346	7,86	104	348	7,52	102	2	2,24	690	1,963	já
Hellisheiði	2	4. og 11.	346	7,86	104	408	8,19	104	0	0,00	740	1,963	nei
Hellisheiði	2	4. og 12.	346	7,86	104	364	8,44	106	2	-2,14	707	1,963	já
Hellisheiði	2	5. og 10.	307	7,52	103	348	7,52	102	1	1,11	642	1,964	nei
Hellisheiði	2	5. og 11.	307	7,52	103	408	8,19	104	1	-1,11	685	1,963	nei
Hellisheiði	2	5. og 12.	307	7,52	103	364	8,44	106	3	-3,18	666	1,964	já
Hellisheiði	2	10. og 11.	348	7,52	102	408	8,19	104	2	-2,29	749	1,963	já
Hellisheiði	2	10. og 12.	348	7,52	102	364	8,44	106	4	-4,37	706	1,963	já
Hellisheiði	2	11. og 12.	408	8,19	104	364	8,44	106	2	-2,18	754	1,963	já
Þingborg	1	3. og 4.	281	7,07	100	292	8,50	98	2	2,00	559	1,964	já
Þingborg	1	3. og 5.	281	7,07	100	286	8,62	100	0	0,00	547	1,964	nei
Þingborg	1	3. og 10.	281	7,07	100	301	9,14	100	0	0,00	560	1,964	nei
Þingborg	1	3. og 11.	281	7,07	100	270	8,69	101	1	-0,97	518	1,965	nei
Þingborg	1	3. og 12.	281	7,07	100	284	8,17	100	0	0,00	553	1,964	nei
Þingborg	1	4. og 5.	292	8,50	98	286	8,62	100	2	-1,84	575	1,964	nei
Þingborg	1	4. og 10.	292	8,50	98	301	9,14	100	2	-1,80	589	1,964	nei
Þingborg	1	4. og 11.	292	8,50	98	270	8,69	101	3	-2,70	554	1,964	já
Þingborg	1	4. og 12.	292	8,50	98	284	8,17	100	2	-1,88	573	1,964	nei
Þingborg	1	5. og 10.	286	8,62	100	301	9,14	100	0	0,00	584	1,964	nei
Þingborg	1	5. og 11.	286	8,62	100	270	8,69	101	1	-0,89	551	1,964	nei
Þingborg	1	5. og 12.	286	8,62	100	284	8,17	100	0	0,00	566	1,964	nei
Þingborg	1	10. og 11.	301	9,14	100	270	8,69	101	1	-0,88	567	1,964	nei
Þingborg	1	10. og 12.	301	9,14	100	284	8,17	100	0	0,00	581	1,964	nei
Þingborg	1	11. og 12.	270	8,69	101	284	8,17	100	1	0,91	545	1,964	nei

\*Ef |t| er á höfnunarsvæði þá er marktækur munur á V<sub>85</sub> á milli daga miðað við 95% öryggisstig.



## Viðauki N: Líkanið fyrir 85%-hraða

Hér er líkanið sem valið var. Þetta er lokakeysrsla stöðugleikaprófs í margfaldri línulegri aðhvarfsgreiningu í forritinu R.

### Skipanir:

```
gogn <- read.table ("m58-b18.txt", header=TRUE)

likan58.6C.qmnb.akrmjo.buslmjo.A.fjarl <- lm(formula = V_85 ~ 1 + CCRs +
qmnb + akrmjo + buslmjo + ADU + fjarl, data = gogn)

summary(likan58.6C.qmnb.akrmjo.buslmjo.A.fjarl)
```

### Úttak:

```
Call:
lm(formula = V_85 ~ 1 + CCRs + qmnb + akrmjo + buslmjo + ADU +
    fjarl, data = gogn)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.8845 -1.3816 -0.3359  1.3551  5.2677
```

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.019e+02  2.842e+00  35.840 < 2e-16 ***
CCRs         -5.822e-02  1.384e-02  -4.205 0.000105 ***
qmnb         1.413e+00  3.709e-01   3.810 0.000375 ***
akrmjo       -2.017e+00  7.457e-01  -2.705 0.009257 **
buslmjo      -4.953e+00  9.922e-01  -4.992 7.36e-06 ***
ADU          -1.214e-03  2.612e-04  -4.647 2.41e-05 ***
fjarl        6.748e-01  1.209e-01   5.581 9.23e-07 ***
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 2.257 on 51 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.7669, Adjusted R-squared: 0.7395
F-statistic: 27.97 on 6 and 51 DF, p-value: 1.631e-14
```