



Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins
Keldnaholti, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fax 570 7311

Skýrsla nr. 02-04

Hraðamerkingar á hættulegum
beygjum í vegakerfinu

- 2. útgáfa -

Þórir Ingason

Keldnaholti, nóvember 2002



Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

Keldnaholti, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fax 570 7311

Skýrsla nr: 02-04
Dreifing Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>

Rb/SfB 12 (Z5)

UDK.711.7

Heiti skýrslu: Hraðamerkingar á hættulegum beygjum í vegakerfinu - 2. úgáfa -	Dags: Nóvember 2002 Fjöldi síðna: 11
Höfundur: Þórir Ingason	Faglega ábyrgur: ÞI
Deild: Vegtæknideild	Rannsóknarnúmer: V-0113
Unnið fyrir: Rannsóknaráð umferðaröryggismála (RANNUM), í samvinnu við Vegagerðina	
Úrdráttur: <p>Markmið verkefnisins var að kanna hvort hægt væri að auka öryggi í beygjum á íslenska vegakerfinu, með því að merkja þær á mismunandi hátt, eftir því hversu "hættulegar" þær teljast út frá ákveðnum mælingum. Mæliaðferðin og hættuflokkun var gerð samkvæmt aðferð sem varð til í samvinnu Dana, Frakka og Hollendinga.</p> <p>Hraði á aðlægum köflum, viðnámsstuðull slitlags í beygjum og þverhalli hennar eru inngangsstærðir í aðferðina. Valdar voru fjórar beygjur og nauðsynlegar mælingar gerðar á þeim. Þær voru síðan flokkaðar samkvæmt áðurnefndri aðferð. Við valið á beygjum átti að hafa hliðsjón af því að útafakstur væri áberandi. Í ljós kom að í nágrenni við Reykjavík var erfitt að finna staði sem skáru sig úr. Útafakstur verður ekki endilega í beygjum, heldur einnig í næsta nágrenni þeirra.</p> <p>Athugunin leiddi meðal annars í ljós að í dag eru merkingar á beygjum í íslenska vegakerfinu mismunandi, þó að tæknilegir eiginleikar þeirra gagnvart umferð, séu þeir sömu.</p> <p>Verkefnishópurinn sem vann að verkefninu telur að niðurstöðurnar gefi tilefni til frekari athugunar. Til dæmis þarf að skoða hvað ræður merkingum á hættulegum beygjum í dag og hvort hægt er að samræma merkingarnar. Í því sambandi mætti nota tæki sem kynnt er í öðru verkefni sem styrkt var af Rannum (verkefnið: Hættulegar beygjur á þjóðvegi 1). Hópurinn telur ekki tímabært að velja úr beygjum til að hraðamerkja sérstaklega í svipuðum dúr og nefnt er í ofangreindu kerfi til að kanna áhrif þeirrar aðgerðar, fyrr en frekari athuganir hafa verið gerðar.</p>	

3 lykilorð: Á íslensku

Á ensku

Umferðarhraði	Traffic speed
Vegmerkingar	Road marking
Beygjur	Road turns

FORMÁLI 2. ÚTGÁFU

Komið hafa fram ábendingar um villur í fyrstu útgáfu af skýrslu um þetta verkefni. Þessar ábendingar voru réttmætar og því kemur hér önnur útgáfa, þar sem villurnar hafa verið leiðréttar og tekið hefur verið tillit til annarra ábendinga.

Tekið skal fram að villurnar höfðu ekki áhrif á aðalniðurstöður verkefnisins um að í dag eru beygjur á íslenska vegakerfinu merktar á mismunandi hátt, þó tæknilegir eiginleikar þeirra gagnvart umferð séu svipaðir.

Nóvember 2002,
Þórir Ingason

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	2
2. BAKGRUNNUR.....	2
3. FRAMKVÆMD VERKEFNISINS	4
3.1 HÆTTULEGAR BEYGIJUR FUNDNAR	4
3.2 HRAÐAMÆLINGAR.....	6
3.3 VIÐNÁMSMÆLINGAR	7
4. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	7
4.1 NIÐURSTÖÐUR HRAÐAMÆLINGA	7
4.2 NIÐURSTÖÐUR VIÐNÁMSMÆLINGA.....	8
5. ÚRVINNSLA MÆLINGA	9
6. NIÐURSTÖÐUR, ÁLYKTANIR, FRAMHALD	10

1. Inngangur

Útafakstur er ein algengasta tegund umferðaróhappa á íslenska vegakerfinu. Fram kemur í árlegum skýrslum Vegagerðarinnar um umferðaróhöpp á árunum 1993-1997, að þá urðu 948 umferðaróhöpp á þjóðvegum (utan þéttbýlis) að meðaltali á ári og flokkuðust 346 þeirra sem útafakstur. Í þessum tölum er miðað við óhöpp sem lögregla gerir skýrslu um. Að meðaltali urðu 374 umferðaróhöpp með meiðslum á fólki á sama tímabili og flokkuðust 186 þeirra sem útafakstur.

Verkefnið sem skýrsla þessi fjallar um, hafði það að markmiði að kanna hvort hægt væri að auka öryggi í beygjum á íslenska vegakerfinu, með því að merkja þær á mismunandi hátt, eftir því hversu “hættulegar” þær eru út frá ákveðnum mælingum. Sótt var um fjárstuðning til verkefnisins, og hann fékkst frá Rannsóknarráði umferðaröryggismála (RANNUM).

Verkefnið var unnið í samvinnu Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins (Rb) og Vegagerðarinnar (Vg.). Verkefnishópur var skipaður þeim Þóri Ingasyni, Rb (verkefnisstjóra), Auði Þóru Árnadóttur, Vg. og Jóni Hjaltasyni, Vg. Hinn síðastnefndi sá um hraðamælingar og Ásbjörn Ólafsson hjá Vg., sá um viðnámsmælingar á yfirborði slitlags í þeim beygjum sem athugaðar voru. Eru þeim hér með færðar bestu þakkir fyrir það.

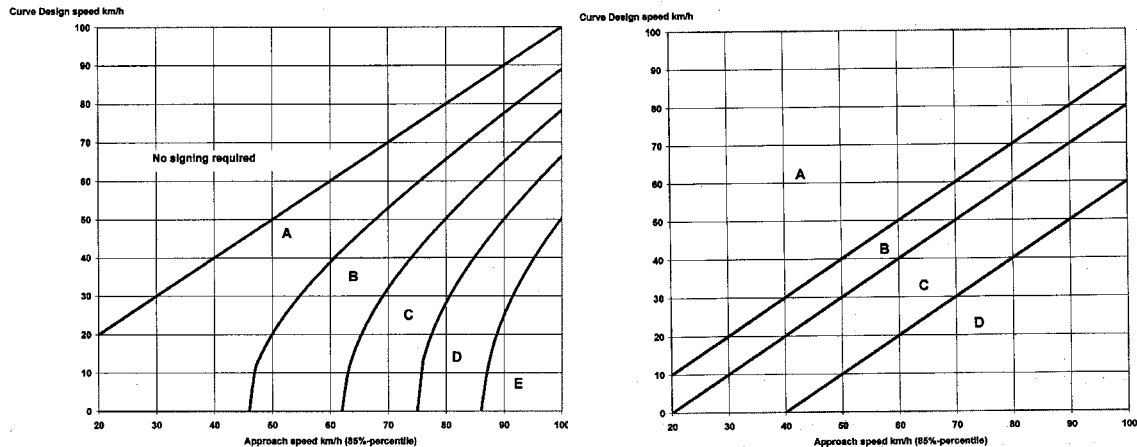
2. Bakgrunnur

Eins og fram kemur í inngangi þessarar skýrslu, er útafakstur ein algengasta tegund umferðaróhappa á íslenska vegakerfinu. Það á einnig við í Danmörku og Frakklandi. Í Danmörku verða 13% dauðaslysa í beygjum utan þéttbýlis og 21% í Frakklandi [1]. Svipað ástand mun vera annars staðar í Evrópu. Danir, Frakkar og Hollendingar sameinuðust árin 1996 og 1997 um verkefni sem var hluti af svokölluðu “SAFESTAR”-verkefni sem svo var hluti af “TRANSPORT” hluta 4. rammaáætlunar Evrópusambandsins um rannsóknir og þróun. Greint er frá þessu samstarfsverkefni Dana og Frakka í heimildum [1], [2] og [3]. Markmið verkefnisins var að búa til ramma um samræmdar merkingar á beygjum í dreifbýli, sem m.a.væru þannig að þær hjálpuðu öikumanninum sjálfkrafa til að fara á öruggum hraða gegnum beygjuna sem svo yrði til þess að umferðaróhöppum í beygjum fækkaði.

Til að ná framangreindu markmiði var þróað líkan, sem flokkaði beygjur í hættuflokka og síðan voru gerðar tillögur um merkingar beygja í samræmi við í hvaða hættuflokki þær lentu. Áður en ráðist var í gerð líkansins voru heimildir kannaðar sjá [1]. Samkvæmt þeim verða slys frekar á vegum með minni beygjuradíus, en hins vegar er einnig munur milli beygja með sama radíus vegna mismunandi aðstæðna á hverjum stað. Til dæmis, hvernig sést beygjan framundan, hver er breidd slitlagsins og gerð axla, fyrir kemur að radíus í sömu beygju sé breytilegur o.s.frv. Ýmis önnur atriði eru nefnd, s.s. að ef beygjuradíus er minni en 200 m, er tvisvar sinnum meiri hætta á slysum en ef hann er meiri en 400 m. Einnig kemur fram að því lengri sem beinn aðlægur kafli að beygjunn er, því meiri slysatíðni. Hins vegar minnkar samband beygjuradíuss og slysatíðni, ef beygjum fjölgar á hvern kílómetra.

Í verkefninu voru þróuð tvönn konar líkön, annars vegar danskt og hins vegar franskt. Munurinn á þeim er í stuttu máli sá að danska líkanið gerir ráð fyrir ólínulegu sambandi milli hraða aðlægs kafla og hönnunarhraða í beygjum, þegar hættugráða

beygjunnar er fundin, en það franska notar aftur á móti línulegt samband. Munurinn kemur fram á líuritunum á mynd 1.



Mynd 1: Flokkun beygja í hættugráður, danskt kerfi til vinstri en franskt til hægri [2]. (Y-ás er “curve design speed km/h” og X-ás er “approach speed km/h (85%-percentile)”).

Danska líkanið byggir á því að skoða muninn á hreyfiorku sem bíll hefur á beinum aðlægum kafla beygjunnar (miðað við 85% hraðann, þ.e. þann hraða sem 85% ökumanna halda sig innan) og hreyfiorku sem bíllinn hefur í beygjunni (miðað við reiknaðan hönnunarhraða). Hreyfiorkunni má lýsa með líkingunni:

$$E_k = \frac{1}{2} m V^2$$

þar sem, E_k = er hreyfiorkan,
 m = massi bílsins,
 V = hraði bílsins.

Áður nefndur munur á hreyfiorku er því háður muni á hraðanum í öðru veldi. Það þýðir að því meiri sem hraðinn er, því minni breyting í hraða hefur sömu áhrif á breytingu í hreyfiorku og meiri breyting á hraða hefur ef hann er minni. Danska líkanið er einnig kvarðað fyrir danskar aðstæður, þar sem tekið er tillit til sambands slysatíðni og hönnunarhraða í yfir 2400 beygjum utan þéttbýlis og sérstakrar athugunar á 251 af þessum beygjum, þar sem meðal annars var prófað að flokka beygjurnar eftir endurtekinn akstur á ákveðnum hraða í gegnum þær. Niðurstaðan af þessum athugunum öllum er línuritið á mynd 1.

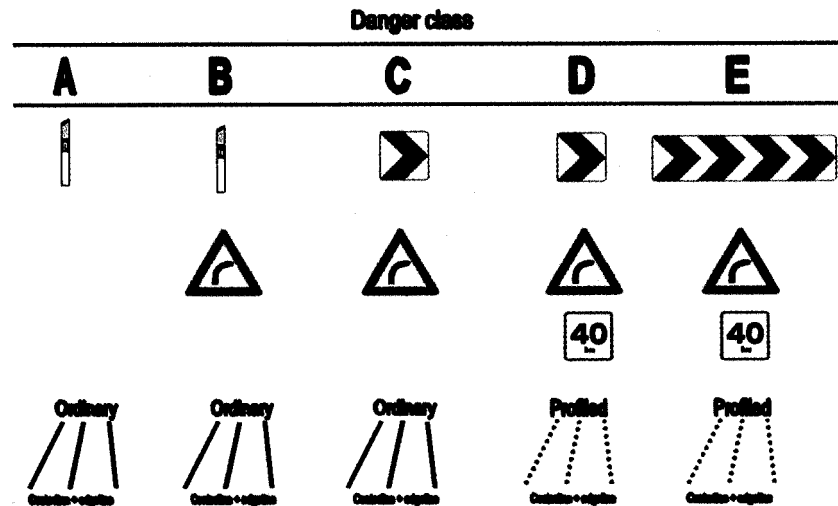
Eins og sést ef mynd 1 er skoðuð, þá eru inngangsstærðir til að ákvarða hættugráðu beygjunnar, annars vegar hraði bílsins á aðlægum beinum kafla (“approach speed”) og hins vegar hönnunarhraði beygjunnar. Hraða á aðlægum kafla er hægt að finna með hraðamælingum í c.a. 150 til 400 m fjarlægð frá beygjunni og er miðað við 85% hraðann. Hönnunarhraðinn í beygjunni er skilgreindur sem sá hraði sem fólksbíll getur ekið á af öryggi gegnum beygjuna við venjuleg veðurskilyrði á blautu yfirborði. Hægt er að reikna hann út frá eftirfarandi líkingu:

$$V_{hönnun} = \sqrt{R * g * (e + f)}$$

þar sem, $V_{hönnun}$ = hönnunarhraðinn (m/s),
 R = radíus beygjunnar (minnsti radíus)
 g = þyngdarhröðunin (9,81 m/s²)
 e = þverhalli beygjunnar

f = viðnámsstuðull slitlagsins (“side friction coefficient”)

Í heimild [1] er greint frá hvernig merkingakerfi var valið fyrir mismunandi hættuflokka. Merkjakerfið er sýnt á mynd 2. Eins og fram kemur er hættuflokkur “A” ekki merktur sérstaklega upp í að hættuflokkur “E” var merktur með skilti (hættuleg beygja), skilti með hraða og þverslám í beygjunni, auk þess sem yfirborðsmerkingar eru riflaðar, þannig að ökumaðurinn finnur titring í bílnum ef hann ekur á þeim. Það var tekið fram að merkingar fyrir hættuflokk “E” eru í raun til bráðabirgða og endurhanna ætti þær beygjur sem í honum lenda.



Mynd 2: Merkingakerfi fyrir mismunandi hættuflokka beygja [1]

Bæði í Danmörku og Frakklandi, voru gerðar athuganir á akstursmynstri (með myndbandsupptökum) og hraði var mældur í völdum beygjum, fyrir og eftir að þær voru merktar samkvæmt hinu nýja kerfi. Almennu sýndu þessar athuganir að merkingarnar höfðu áhrif til að bæta aksturslagið í beygjunum, þannig að bílar voru betur staðsettir í þeim auk þess sem hraði minnkaði örlítið.

3. Framkvæmd verkefnisins

Fyrsta skref verkefnisins var að finna staði á vegakerfinu, þar sem útafakstur í beygjum hefur verið vandamál. Þegar staðir höfðu verið valdir, fóru fram hraðamælingar og viðnámsstuðlar í beygjunum voru mældir. Safnað var saman upplýsingum um viðkomandi beygjur (radíus og þverhalla). Út frá þessum upplýsingum var hönnunarhraðinn í beygjunum reiknaður og síðan átti að nota hann og 85% hraðann á aðlægum kafla til að flokka viðkomandi beygju, samkvæmt danska líkaninu. Gerð er grein fyrir framkvæmd verkefnisins í þessum kafla, niðurstöður eru teknar saman í kafla 4 og úrvinnsla sýnd í kafla 5.

3.1 Hættulegar beygjur fundnar

Ákveðið var að takmarka leit við staði tiltölulega skammt frá Reykjavík. Því voru skoðuð slysakort af Vestur- og Suðurlandi, sjá heimildir [4], [5], [6] og [7]. Þessi athugun leiddi ekki í ljós neinar ákveðnar beygjur, sem skáru sig úr hvað umferðaróhöpp varðar, en nokkrar töldust koma til greina.

Þann 10. maí 2001 fóru Auður Þóra Árnadóttir og Jón Hjaltason og skoðuðu beygjur á Vesturlandi, sem til greina kunnur að koma miðað við skráð umferðaróhöpp 1991-1995 og 1996-1998. Af þeim var ákveðið að skoða nánar tvær beygjur á Þjóðvegi 1, annars vegar milli Brekku og Hraunsnefs (kafli 1-h1), sjá mynd 3, og hins vegar við Norðurá hjá Fornahvammi (kafli 1-h3), sjá mynd 4. Í fyrrnefnda tilvikinu, er rásradius beygjunnar 300 m og þverhallinn 52 % en í hinu síðarnefnda er rásradius 600 m og þverhallinn 58 %.



Mynd 3: Beygja (fjær á mynd) milli Brekku og Hraunsnefs (ljósmynd Jón Hjaltason)



Mynd 4: Beygja við Norðurá hjá Fornahvammi (ljósmynd Jón Hjaltason)

Þann 29. maí 2001, fór verkefnishópurinn allur og skoðaði áðurnefndar beygjur auk þess að fara á Suðurland. Þar voru valdar tvær beygjur, annars vegar á Þrengslavegi (kafli 39-01), sjá mynd 5, og hins vegar á Eyrarbakkavegi (kafli 34-02), sjá mynd 6. Beygjan á Þrengslavegi hefur rásradius 370 m og þverhallann 69 %, en á Eyrarbakkavegi er rásradiusinn 600 m og þverhallinn 58 %.



Mynd 5: Beygja á Þrengslavegi (ljósmynd Jón Hjaltason)



Mynd 6: Beygja á Eyrarbakkavegi (ljósmynd Jón Hjaltason)

3.2 Hraðamælingar

Gerðar voru hraðamælingar fjórum sinnum á hverjum stað. Mælingarnar voru gerðar með radar Vegagerðarinnar. Hraði bifreiða er mældur, en eingöngu þeirra sem eru á frjálstri ferð, þ.e. óþvingaðir af annarri umferð. Á kaflanum milli Brekku og Hraunsnefs og við Fornahvamm var mælt 31. maí, 14., 21. og 28. júní 2001. Á Eyrarbakkavegi 11., 20. og 27. júní auk 19. júlí 2001. Á Þrengslavegi var mælt 11. og 20. júní auk, 19. og 25. júlí 2001. Niðurstöður koma fram í kafla 4.1

3.3 Viðnámsmælingar

Viðnámsmælingar voru gerðar í samræmi við lýsingu í heimild [8]. Mæliaðferðin er stöðluð þannig að vatni er sprautað á yfirborðið svo að 1 mm þykk vatnsfilma á að vera á því þegar mælhjólið fer yfir. Mælingarnar voru framkvæmdar á Suðurlandi (Þrengsla- og Eyrarbakkavegi), þann 8. september 2001. Þá var þurrt í veðri og lofthiti um 10°C, samkvæmt upplýsingum frá veðurstöð Vegagerðarinnar í Þrengslum. Mælingar voru svo gerðar á Vesturlandi þann 17. október 2001. Þá var lofthitastig um 3°C á veðurstöð í Bröttubrekku, en trúlegra eitthvað hærra á mælistöðunum.

Mælingarnar á Suðurlandi voru á 40 og 60 km/klst hraða, en á Vesturlandi aðeins á 40 km/klst hraða.

4. Niðurstöður mælinga

4.1 Niðurstöður hraðamælinga

Niðurstöður hraðamælinganna, eru teknar saman í töflu 1.

Tafla 4-1: Niðurstöður hraðamælinga

1 - h1 - 02		Hringvegur								Hraðamælingar					
Brekka		Rétt norðan afl. að Brekku.								Ekið til norðurs.					
Dags.	Tími	Rádus	Halli	Vegbr.	Leyfil.	Meðalhraði		Mesti hraði		Minnsti hraði		V = 15%		V = 85%	
		í m. :	í % :	í m. :	hám.hr.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.
31.05.2001.	14:00-16:00	0	?	7,50	90	89,6	75,2	115,0	86,0	68,0	66,0	81,0	67,1	96,9	83,4
14.06.2001.	14:20-15:40	0	?	7,50	90	86,0	71,5	115,0	92,0	65,0	58,0	76,7	57,3	94,5	90,5
21.06.2001.	11:10-12:40	0	?	7,50	90	86,2	83,3	104,0	88,0	66,0	76,0	77,2	78,0	94,2	88,5
28.06.2001.	17:15-18:15	0	?	7,50	90	84,6	75,1	113,0	84,0	63,0	60,0	75,3	62,5	93,2	82,5
						meðaltal: 86,6								meðaltal: 94,7	

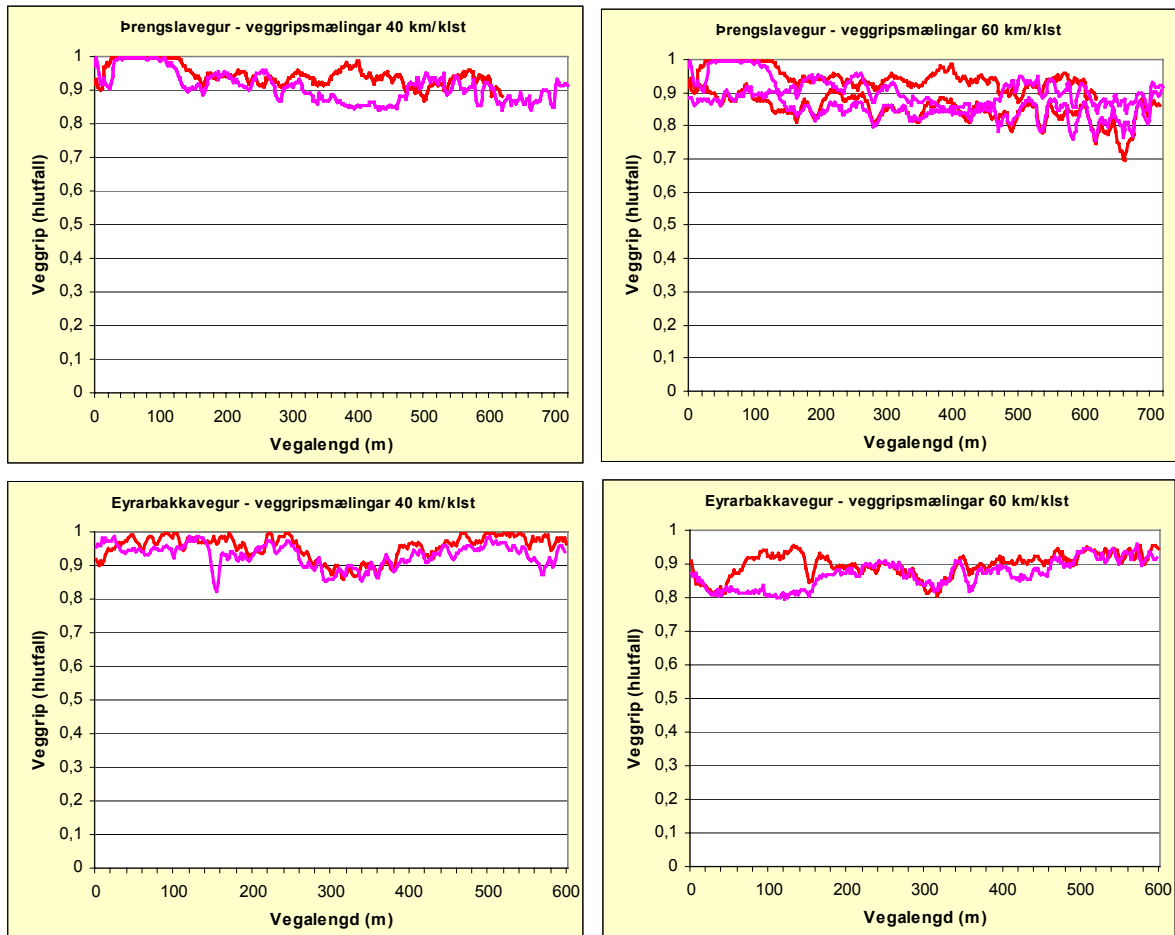
1 - h3 - 05		Hringvegur								Hraðamælingar					
Fornihvammur		Um 240m sunnan afl. að Fornahvammí.								Ekið til norðurs.					
Dags.	Tími	Rádus	Halli	Vegbr.	Leyfil.	Meðalhraði		Mesti hraði		Minnsti hraði		V = 15%		V = 85%	
		í m. :	í % :	í m. :	hám.hr.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.
31.05.2001.	10:30-13:30	0	?	8,20	90	94,3	87,2	116,0	92,0	67,0	81,0	84,5	83,8	103,6	91,3
14.06.2001.	11:45-13:45	0	?	8,20	90	94,4	83,2	122,0	95,0	71,0	58,0	84,9	59,5	102,6	93,5
21.06.2001.	13:00-14:30	0	?	8,20	90	95,3	92,3	120,0	101,0	75,0	84,0	86,0	82,3	103,1	102,8
28.06.2001.	15:30-17:00	0	?	8,20	90	95,1	80,4	133,0	96,0	71,0	66,0	84,4	68,8	104,0	92,5
						meðaltal: 94,8								meðaltal: 103,3	

34-02-03		Eyrarbakkavegur								Hraðamælingar					
Stekkar.		Um 0,33 km norðan afleggjara að Stekkum.								Ekið til suðurs.					
Dags.	Tími	Rádus	Halli	Vegbr.	Leyfil.	Meðalhraði		Mesti hraði		Minnsti hraði		V = 15%		V = 85%	
		í m. :	í % :	í m. :	hám.hr.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.
11.06.01.	16:15-17:45	0	0	8,5	90	82,0	78,0	111,0	83,0	58,0	73,0	71,0	73,0	92,3	82,0
20.06.01.	14:30-15:30	0	0	8,5	90	91,0	83,0	123,0	88,0	63,0	78,0	76,1	76,5	102,9	88,5
27.06.01.	14:45-16:00	0	0	8,5	90	85,9	90,8	115,0	100,0	46,0	82,0	76,1	83,8	94,9	98,1
19.07.01.	14:50-15:50	0	0	8,5	90	88,1	78,7	116,0	93,0	57,0	65,0	78,1	65,3	97,9	84,9
						meðaltal: 86,8								meðaltal: 97,0	

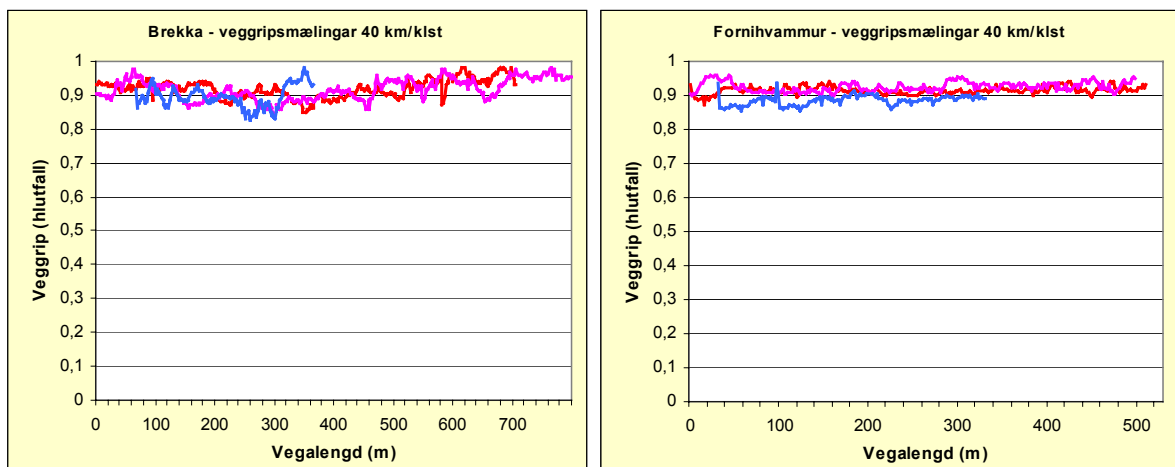
39-01-04		Þrengslavegur								Hraðamælingar					
Raufarhóll		Rétt sunnan við Raufarhólshelli.								Ekið til suðurs.					
Dags.	Tími	Rádus	Halli	Vegbr.	Leyfil.	Meðalhraði		Mesti hraði		Minnsti hraði		V = 15%		V = 85%	
		í m. :	í % :	í m. :	hám.hr.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.	Fólksb.	Vörub.
11.06.01.	13:50-15:50	0	?	8,5	90	93,8	82,9	131,0	114,0	66,0	58,0	82,3	63,3	103,2	96,8
20.06.01.	16:00-17:30	0	?	8,5	90	96,3	86,6	120,0	100,0	67,0	74,0	83,1	76,0	107,7	94,3
19.07.01.	16:10-17:40	0	?	8,5	90	91,1	83,1	116,0	92,0	56,0	62,0	80,9	71,8	100,4	91,6
25.07.01.	15:40-17:10	0	?	8,5	90	87,7	79,4	110,0	91,0	66,0	70,0	78,1	71,3	94,3	87,5
						meðaltal: 92,2								meðaltal: 101,4	

4.2 Niðurstöður viðnámsmælinga

Niðurstöður veggripsmælinga, eru sýndar á myndum 7 og 8.



Mynd 7: Niðurstöður viðnámsmælinga á Suðurlandi



Mynd 8: Niðurstöður viðnámsmælinga á Vesturlandi

Viðnámsstuðlar í beygjunum, mælast mjög háir eða um og yfir 0,9 þegar mælt er á 40 km/klst hraða, en fara örlítið niður fyrir það þegar hraðinn er aukinn. Reynsla

hérlandis bendir til að viðnámsstuðlar á klæðingarslitlagi séu yfirleitt svona háir, þannig að ekki er ástæða til að efast um að niðurstöðurnar séu réttar. Þessi viðnámsstuðull sem þarna er mældur, er “brake friction coefficient” (BFC), en í þessu verkefni höfum við áhuga á svokölluðum “side friction coefficient” (SFC), samanber kafla 2 í þessari skýrslu. Í raun er það svo að viðnámsstuðull yfirborðsins er óháður því hvort farið er langs eða þvers eftir yfirborðinu. Í heimild [8, bls 30-31], er greint frá sambandi SFC og BFC fyrir mismunandi mælitæki. Af þeim upplýsingum má ráða að ekki er skotið langt framhjá, að nota $SFC = BFC$. Með tilliti til þess, að viðnámsstuðull lækkar með auknum hraða (eins og meðal annars kemur fram í mælingunum á Suðurlandi) og að 85% hraðinn á aðliggjandi köflum beygjanna sem við erum að skoða hér er talsvert hærri en mælt var við, væri ekki óeðlilegt að miða við lægri stuðul en mælist, til dæmis $SFC = 0,8$ þegar hönnunarhraðinn er reiknaður. Sé þessi stuðull hins vegar notaður, reiknast hönnunarhraðinn mjög hár og danska líkanið verður ónothæft til að flokka beygjurnar.

Við “geometriská” hönnun á beygjum er talað um að velja þurfi “viðeigandi” viðnámsstuðul. Er þá meðal annars nefnt að taka þurfi tillit til veðuraðstæðna og til dæmis ísingar. Við þær aðstæður lækkar viðnámsstuðullinn mjög mikið. Í hönnunarstöðlum eru því gjarnan sett fram gildi fyrir “leyfilega viðnámsstuðla”, breytilega eftir hönnunarhraða. Í stöðlum er alltaf miðað við að leyfilegur SFC sé minni en BFC ($BFC \approx 1,5$ til $2,5$ stærri en SFC). Í þessum stöðlum virðast leyfilegir stuðlar, fyrir a.m.k. SFC, vera miðaðir við ísað yfirborð og því mun lægri en þeir sem mældust hér á blautu yfirborði. Til dæmis er í almennum leiðbeiningum frá AASHTO bent á að nota SFC á bilinu $0,17$ fyrir 30 km/klst hraða og niður í $0,09$ fyrir 120 km/klst hraða, sjá heimild [9], og í Svíþjóð er miðað við $0,22$ niður í $0,12$ fyrir sömu hraða..

Í ljósi ofangreinds er því rétt að miða fremur við “leyfilega” viðnámsstuðla við útreikning hönnunarhraða hér á eftir.

5. Úrvinnsla mælinga

Eins og fram kemur hér að framan, var ákveðið að nota ekki niðurstöður viðnámsmælinga til að reikna hönnunarhraðann, heldur miða fremur við lægri stuðla og var valið að nota $0,1$. Reiknaður hönnunarhraði er þó hærri en svo að erfitt er að nota danska eða franska líkanið til að flokka beygjurnar. Hugmyndin bak við líkönin, er að bera mældan hraða á aðlægum kafla saman við reiknaðan hönnunarhraða. Í danska líkaninu gildir að ef hönnunarhraðinn er jafn eða hærri en mældi hraðinn, þá flokkast beygjurnar ekki hættulegar. Sé hann hins vegar lægri lendir beygjan í einhverjum hættuflokki, og því verri sem munurinn er meiri.

Niðurstöður reiknaðs hönnunarhraða miðað við viðnámsstuðul $0,1$ eru sýndar í töflu 5-1. Hlutfallið milli mælds og reiknaðs hraða er einnig sýnt í töflunni. Ef það er skoðað, sést að beygjunar milli Brekku og Hraunsnefs og á Þrengslavegi, eru með hlutfall hærra en 1 . Hin fyrrnefnda með $1,24$ en hin síðarnefnda með $1,14$.

Tafla 5-1: Niðurstöður reiknaðs hönnunarhraða miðað við viðnámsstuðul 0,1.

Beygja	Reiknaður hönnunarhraði [km/klst]	Mældur hraði á aðlægum kafla (85% hraði) [km/klst]	Hlutfallið: Mældur hraði / Reiknaður hraði
Milli Brekku og Hraunsnefs	76,1	94,7	1,24
Við Fornahvamm	109,8	103,3	0,94
Á Eyrarbakkevegum	109,8	97,0	0,88
Á Þrengslavegi	89,2	101,4	1,14

6. Niðurstöður, ályktanir, framhald

Það vekur athygli, að þegar leitað var að beygjum á vegakerfinu í nágrenni við Reykjavík, þar sem útafakstur er áberandi, kom í ljós að erfitt var að finna staði sem skáru sig úr. Þó finna megi staði þar sem nokkur óhöpp hafa átt sér stað, eru þau ekki endilega bundin við sjálfar beygjurnar, heldur einnig næsta nágrenni þeirra. Hugsanlega koma frekari upplýsingar um þessa hluti fram í öðrum verkefnum sem fengu fjárstuðning hjá RANNUM árið 2001, til dæmis verkefnið “Útafakstur í dreifbýli”, “Ástæður umferðaróhappa á þjóðvegi” og e.t.v. verkefnið “Umferðareftirlit í dreifbýli”.

Ef beygjurnar, sem valið var að skoða í þessu verkefni, eru bornar saman kemur í ljós að tvær þeirra eru eins, hvað varðar þverhalla og radíus, þ.e. beygja við Fornahvamm og á Eyrarbakkevegum. Aðlægur hraði að þeim er þó mismunandi, hann er um 6 km/klst hærri við Fornahvamm. Hugsanlega má skýra þann mun með mun á fjarlægð frá þéttbýli. Radíus beygju við Hraunsnef er minnstur og jafnframt þverhallinn. Aðlægur hraði þar er lægstur, og kann það að skýrast af því að vegurinn er nokkuð bugðottur á þessum slóðum. Beygjan á Þrengslavegi sker sig nokkuð úr hinum, hvað varðar legu í landslagi og þverhalli hennar er mestur.

Samkvæmt þeim athugunum sem hér eru gerðar, kemur í ljós að í tveimur beygjum, er mældur 85% hraði á aðlægum kafla hærri en reiknaður hönnunarhraði beygjunnar. Hlutfallið er heldur hærra fyrir beygju við Hraunsnef en á Þrengslavegi. Hins vegar eru aðeins merkingar á beygjuni í Þrengslum. Það að þessi beygja er merkt, en beygjan við Hraunsnef ekki þó hlutfallið mælist hærra þar, kann að skýrast af umhverfi Þrengslabeygjunnar, eða legu hennar í landslagi, því að ef ekið er útaf þar er hætta á alvarlegum afleiðingum.

Verkefnishópurinn telur að niðurstöður sem fengust í þessu verkefni gefi tilefni til frekari athugunar á þessum málum. Sérstaklega er spurning um hvort skoða skuli hvað ræður merkingum á hættulegum beygjum í dag og athuga hvort koma megi á meiri samræmingu í því. Í framhaldi af þessu verkefni kemur einnig til greina að skoða nánar útafakstursóhöpp með tilliti til staðsetningar þeirra (í því sambandi er e.t.v. hægt að nýta niðurstöður annarra verkefna sem nefnd eru hér að framan). Nefna má niðurstöður annars verkefnis sem styrkt var af RANNUM, “Hættulegar beygjur á þjóðvegi 1”. Þar var ákveðinn tækjabúnaður í bíl notaður til að skrá “eðli” mismunandi beygja. Líklega er vænlegt að nýta þennan búnað til að skoða beygjur og sarmæma merkingar þeirra út frá því. Verkefnishópurinn telur hins vegar ekki tímabært að velja úr beygjum núna, til að merkja sérstaklega og kanna þannig áhrif þeirrar aðgerðar.

Heimildir:

- [1] M.A. Nielsen, P. Greibe, L. Herrestedt: “Signing and Marking of Substandard Horizontal Curves on Rural Roads – Main Report”, Danish Road Directorate, Report no. 157, 1999.
- [2] M.A. Nielsen, P. Greibe, B. la Coure Lund: “Signing and Marking of Substandard Horizontal Curves on Rural Roads – Documentation Report”, Danish Road Directorate, Report no. 163, 1999.
- [3] L. Herrestedt, P. Greibe: “Afmærkning af horisontale vejkurver i åbent land”, Dansk vejtidsskrift, nr. 5, 2000.
- [4] Umferðarslys 1991-1995. Slysakort. Suðurland. Vegagerðin, áætlanadeild, desember 1999.
- [5] Umferðarslys 1991-1995. Slysakort. Vesturland. Vegagerðin, áætlanadeild, desember 1999.
- [6] Umferðarslys 1996-1999. Slysakort f. Suðurland, Vegagerðin, áætlanadeild, óútgefín drög.
- [7] Umferðarslys 1996-1999. Slysakort f. Vesturland, Vegagerðin, áætlanadeild, óútgefín drög.
- [8] Sigurður Örn Jónsson: “Skid Resistance Measurements in Iceland – aspects and implementation”, Master thesis project, Danmarks Tekniske Universitet og Vegagerðin, mars 2000.
- [9] Fred L. Mannering og Walter P. Kilareski: “Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis – Second Edition”, John Wiley and Sons, Inc., 1998.