



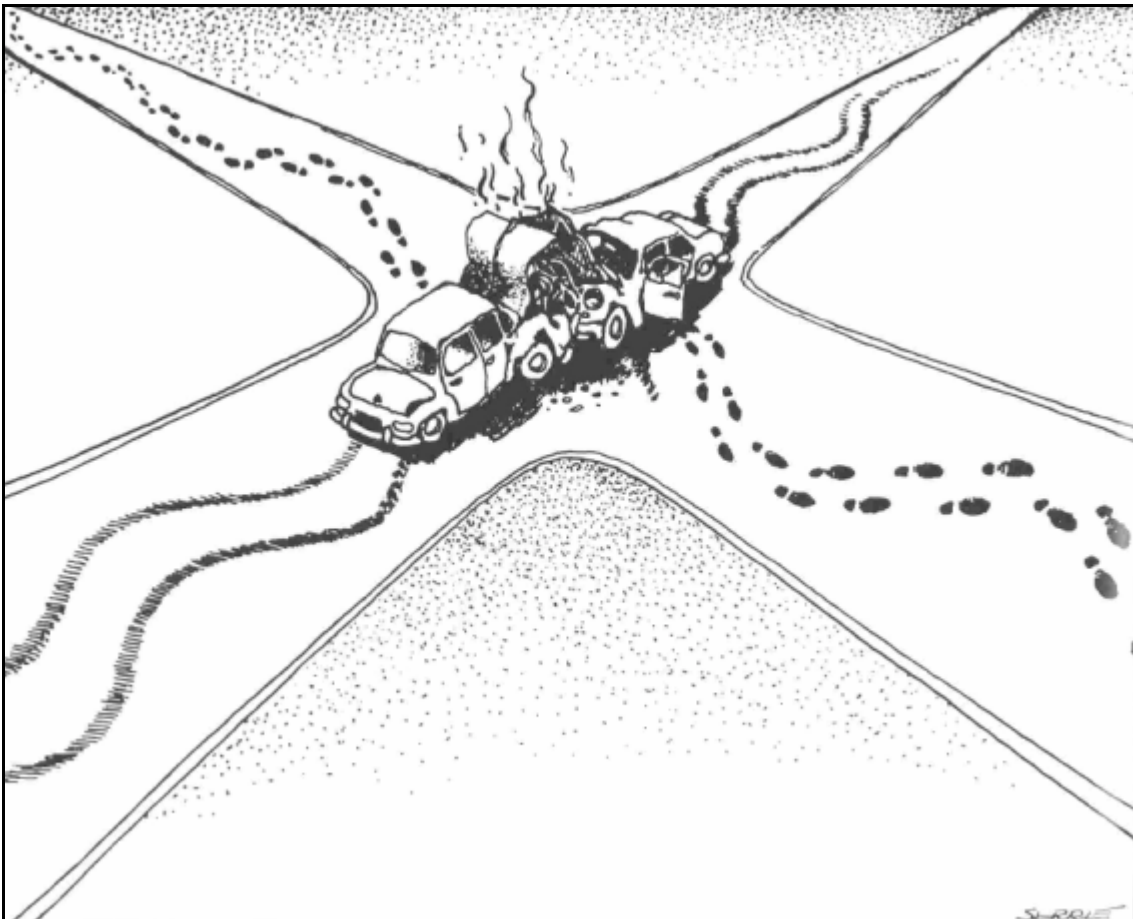
VEGAGERÐIN



Línuhönnun
verkfræðistofa

Lagfæring vegamóta á hringveginum

Skoðun á hagvæmni úrbóta



Janúar 2005

Samantekt

Flest vegamót á þjóðvegum á Íslandi eru óstefnugreind. Umferðaróhöpp eru þar nokkuð tíð og öryggi þarf að auka. Í þessari skýrslu eru settar fram tillögur um endurbætur á hringveginum. Fjöldi slysa á vegamótum er fundinn af Vegagerðinni, en fækkun óhappa eftir úrbætur er metin af Línuhönnun h.f., auk þess sem fyrirtækið reiknar arðsemi framkvæmdanna.

Hringveginum er skipt í þrjá flokka:

- Meiri ársdagsumferð en 5000 bílar á sólarhring.
- Ársdagsumferð 1.500 - 5.000 bílar á sólarhring.
- Minni ársdagsumferð en 1.500 bílar á sólarhring.

Gerð er áætlun um lagfæringar vegamóta í hverjum flokki. Heildarkostnaður er talinn geta orðið um 1,3 milljarður.

Með aðgerðunum má fækka óhöppum á viðkomandi vegamótum um minnst þriðjung. Ef borinn er saman sparnaður vegna aukins umferðaröryggis og framkvæmdakostnaður er ástæða til að ætla að aðgerðirnar borgi sig upp á 8-20 árum.

Summary

The current design of junctions on the Icelandic rural roads is far from adequate. Accidents are rather frequent and traffic safety needs to be improved. In this report a remedy plan for rural Ring Road junctions is suggested. The Public Roads Administration provided the accident statistics, but Línuhönnun estimates the safety gain following remedies in addition to calculating the economic viability.

The rural ring road is split up into 3 categories:

- Average annual daily traffic more than 5000 vehicles per day.
- Average annual daily traffic 1500 - 5000 vehicles per day.
- Average annual daily traffic less than 1500 vehicles per day.

The introduced plan includes suggestions on junction improvements for each category. The total costs are estimated to be 1,3 billion Icelandic crowns.

At least one-third of the accidents in junctions can be saved with the remedial plan. Given a comparison on the accident savings and the total costs one might expect the improvements to pay off in 8 - 20 years.

Efnisyfirlit

1. Inngangur	1
2. Áætlun	2
2.1. <i>Aðferðafræði</i>	2
2.2. <i>Forsendur</i>	4
2.3. <i>Umferðarmagn</i>	5
2.4. <i>Kostnaður við endurbætur</i>	6
2.5. <i>Fjöldi vegamóta af hverri gerð og kostnaður framkvæmda</i>	7
3. Umferðaröryggi	9
3.1. <i>Fjöldi óhappa og alvarleiki</i>	9
3.2. <i>Skipting eftir gerð</i>	11
3.3. <i>Forsendur fyrir útreikningum á sparnaði og arðsemi</i>	15
Viðauki I a	22
Viðauki I b	24
Viðauki I c	26
Viðauki II	28

1. Inngangur

Mörg vegamót þjóðvega Íslands geta talist varhugaverð. Flest vegamót eru óstefnugreind og vegmálning oft óskýr eða hana vantar. Skiltun er víða þökkaleg en enn má þó bæta hana til muna. Einnig má nefna að laus mól á vegamótum hefur verið til vandræða í gegnum tíðina.

Nokkuð er um óhöpp á vegamótum eða í næsta nágrenni þeirra. Ekið er í veg fyrir bíla, aftaná þá eða út af veginum. Mjög líklegt er að með betri útfærslu vegamóta megi fækka umferðaróhöppum umtalsvert. Á næstu árum þyrfti að gera átak í lagfæringum á vegamótum.

Vegagerðin hefur útbúið áætlun um lagfæringar á vegamótum á Hringveginum og mat Línuhönnun áhrif framkvæmda á umferðaröryggi. Fyrir hönd Vegagerðarinnar unnu að skýrslunni Rögnvaldur Jónsson, Auður Þóra Árnadóttir, Jón Hjaltason, Eva Jóhannsdóttir, Gunnar Jóhannesson og Jósep Gíslason. Rögnvaldur Jónsson valdi þau vegamót sem þarfnast lagfæringa og kostnaðargreindi stefnugreiningu vegamótanna. Auður Þóra Árnadóttir, Jón Hjaltason og Eva Jóhannsdóttir öfluðu upplýsinga um umferðaröryggi á Hringveginum og Jósep Gíslason teiknaði vegamót á Íslandskort. Fyrir hönd Línuhönnunar unnu að verkinu Haraldur Sigþórsson (verkefnisstjóri), Bergþóra Kristinsdóttir og Þórólfur Nielsen.

2. Áætlun

2.1. Aðferðafræði

Norska vegagerðin gerir sérstakar kröfur til vegamóta á norskum stofnvegum. Norsku stofnvegirnir eru 8600 km langir og eru þeir um 32% af heildarlengd ríkisveganna norsku. Skilyrði fyrir að vegur teljist stofnvegur eru:

- Evrópuvegur.
- Aðalflutningaleið milli landa og tengist stofnvegi í nágrannalandinu.
- Mikilvæg leið fyrir flutninga á milli landshluta.

Gerðar eru meiri kröfur til stofnvega en annarra vega og eru nokkrar ástæður fyrir því:

- Atvinnulífið er háð því að flutningar gangi vel og snurðulaust.
- Ef tryggja á umferðaröryggi þarf að gera miklar kröfur um hönnun og takmörkun fjölda tenginga.
- Þjóða þarf upp á þægilega ferð með langferðabílum á lengri leiðum.
- Stofnvegir eru vinnusvæði fjölda atvinnubílstjóra sem eiga kröfu á góðri vinnuástöðu.

Í Noregi eru tuttugu leiðir sem tilheyra norska stofnvegakerfinu. Sú lengsta nær frá landamærum Svíþjóðar í suðri til nyrsta hluta Noregs og er hún tæplega 1400 km. Tilgangur með skilgreiningu stofnvega í Noregi er að tryggja uppbyggingu mikilvægra samgönguleiða og gera þær eins öruggar og unnt er. Einnig er stefnt að því að gera stofnvegina eftirsóttá til aksturs og þá sérstaklega fyrir atvinnubílstjóra. Þannig er stuðlað að meiri notum þessara vega og um leið umferð færð frá öðrum vegum á stofnvegina.

TAFLA 1

ÁDU [bifreiðir/sólarhring]	Vegbreidd [m]	Veggerð
< 1.500	8.5 ⁽¹⁾	2ja akreina með takmarkaðan fjölda vegamóta
1.500-5.000	8.5	2ja akreina án tenginga við hús og eignarlönd
5.000-10.000	10.0	2ja eða fleiri akreina vegur, eingöngu með tengingar við þjóðvegi
10.000-20.000	20	Fjögurra akreina vegur með mislæg vegamót
> 20.000	26/29	Fjögurra akreina vegur með mislæg vegamót

1 Heimilt er að mjókka veg í 7.5 m þar sem umferð er lítil.

Norska vegagerðin hefur gert sérstaka gæðastaðla fyrir stofnvegi. Samkvæmt stöðlunum eru gerðar meiri kröfur til stofnvega en annarra ríkisvega. Sérstök áætlun var gerð um að endurbæta stofnvegina þannig að þeir fullnægðu þessum kröfum en kostnaður reyndist svo hár að dregið var úr kröfum til umferðarminnstu veganna. Engu að síður eru gerðar miklar kröfur til allra stofnvega. Tafla 1 sýnir hönnunarkröfur fyrir stofnvegi í dreifbýli samkvæmt norska staðlinum.

Tafla 2 sýnir hönnunarkröfur fyrir vegamót á stofnvegum í dreifbýli samkvæmt norska staðlinum.

TAFLA 2

ÁDU [bifreiðir/sólarhring]	Kröfur
< 1.500	Vegamót eru byggð einungis með stefnugreiningu í aðkomuvegi. Athuga þarf þó sérstaklega, hvort útvíkka þurfi aðalveg til að hleypa bílum framhjá kyrrstæðum eða hægfara ökutækjum, sem ætla að taka vinstri beygju. Þegar SDU (sumardagsumferð) er meiri en 2000 bílar/dag þarf að skoða, hvort ekki beri að fullstefnugreina vegamótin.
1.500-5.000	Vegamót skulu byggð sem fullstefnugreind eða hringtorg. Leyfilegt er að yfirborðsmerkja stefnugreiningu á aðalveg.
5.000-10.000	Byggja á mislæg vegamót. Skoða á hvort hægt sé að nota hringtorg í staðinn fyrir mislæg vegamót.
10.000-20.000	Byggja skal mislæg vegamót. Í sérstökum tilfellum er möguleiki að byggja hringtorg í staðinn fyrir mislæg vegamót.
> 20.000	Byggja mislæg vegamót.

Íslenskir vegstaðlar gera kröfur til vega háð umferð. Ekki er tekið tillit til þess að Hringvegurinn hefur sérstöðu hvað varðar langar leiðir og að út frá Hringveginum greinast flestallir vegir um landið. Vegfarendur virðast gera meiri kröfur til Hringvegarins en til annarra vega og virðist eðlilegt að Vegagerðin taki tillit til þess. Einnig er hugsanlegt að gera meiri kröfur til annarra langra vega með mikilli umferð en þar má nefna veg út á Snæfellsnes, veg til Vestfjarða og e.t.v. helstu leiðir á Norð-Austurlandi.

Í þessari skýrslu verður stuðst við norska staðalinn og lagt mat á framkvæmdir ásamt arðsemi þeirra.

2.2. Forsendur

Í þessu verkefni verður Hringvegurinn athugaður og mat lagt á arðsemi vegamótalagfæringa. Matið verður gróft og gefur einungis vísbendingu um hvort rétt sé að skoða þessi mál frekar. Hringvegurinn hefur sérstöðu líkt og stofnvegirnir norsku og við úrvinnslu verkefnisins verður stuðst við forsendur norsku vegagerðarinnar. Reglur Norðmanna eru þó heldur strangar og verður því dregið úr kröfunum. Tafla 3 sýnir hvernig staðall norsku vegagerðarinnar hefur verið yfirfærður á íslenskar aðstæður.

TAFLA 3

ÁDU [bifreiðir/sólarhring]	Kröfur
< 1.500	Í undantekningartilfellum fullstefnugreint. Öll vegamót með einhverja umferð verða stefnugreind í aðkomuvegi og gert framhjálaup í aðalvegi. Önnur vegamót að undanskildum vegum inn á tún og engi að eyðibýlum, sumarbústöðum og þar sem umferð er mjög lítil verða lögð klæðingu og yfirborðsmerkt.
1.500-5.000	Öll meiriháttar vegamót og þar sem umferð er mest verði fullstefnugreind. Önnur vegamót verði stefnugreind í aðkomuveg og sett framhjálaup í aðalveg.
> 5.000	Vegamót verði stefnugreind og mislæg þar sem umferð aðkomuvegar er mest.

2.3. Umferðarmagn

Tafla 4 sýnir hvernig Hringvegurinn hefur verið hlutaður niður eftir umferðarpunga. Þessi skipting byggir á mælingum frá 2003.

TAFLA 4

ÁDU [bifreiðir/sólarhring]	Kröfur
< 1.500	Allur Hringvegurinn utan vegkaflanna hér að neðan
1.500-5.000 ⁽¹⁾	Vegkaflí frá Hvolsvelli að Borgarnesi Vegkaflí frá Ólafsfjarðarvegi að Svalbarðseyrarvegi Vegkaflí frá Fellabæ að Egilsstöðum
> 5.000 ⁽²⁾	

- 1 Alls eru 190km af hringveginum með ÁDU 1500-5000 bifreiðir/sólarhring.
- 2 Nokkrir vegkaflar í nágrenni höfuðborgarsvæðisins, t.d. Reykjanesbraut og hlutar Suðurlands- og Vesturlandsvegjar, eru með umferð yfir 5000 bifreiðum á sólarhring. Þeir eru ekki skoðaðir nánar í þessari skýrslu.

2.4. *Kostnaður við endurbætur*

Tafla 5 sýnir áætlaðan kostnað ýmissa vegamótaframkvæmda. Við útreikning á kostnaði er miðað við að malbik sé sett á öll fullstefnugreind vegamót, en klæðing með 8-11 mm steinastærð á önnur vegamót.

TAFLA 5

Aðgerð	Kostnaður [milljónir króna]
Fullstefnugreina vegamót, hringtorg ⁽¹⁾	25
Útvíkkun hringvegjar og dropi í þverveg	4,5
Klæðing inn á þverveg 50 m og yfirborðsmerking	0,2

1 Fullstefnugreind vegamót og hringtorg verða lýst upp.

2.5. Fjöldi vegamóta af hverri gerð og kostnaður framkvæmda

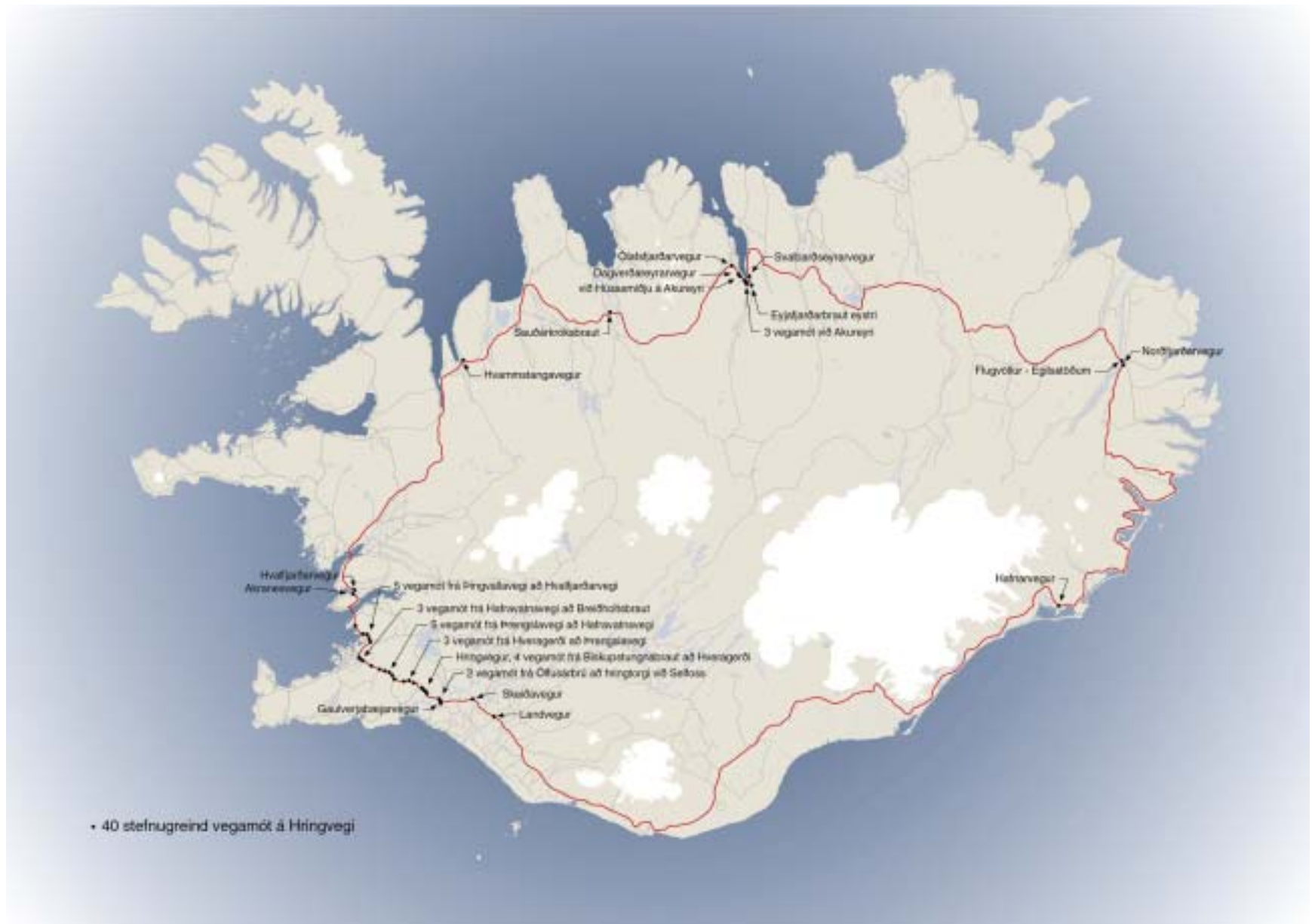
Áætlað er að gera 40 fullstefnugreind vegamót og 44 vegamót með stefnugreiningu í aðkomuveg. 600 vegamót verða lögð klæðingu og yfirborðsmerkt en þá er miðað við vegamót á tveggja km fresti. Tafla 6 sýnir kostnað vegna heildarframkvæmda.

TAFLA 6

Tegund vegamóta	Kostnaður [milljónir króna]
Fullstefnugreind	1000 (40*25)
Stefnugreining aðkomuvegar	198 (44*4,5)
Klæðing og yfirborðsmerking	120 (600*0,2)
ALLS	1318

Á næstu síðu má sjá staðsetningu þeirra 40 vegamóta sem ætlunin er að fullstefnugreina.

MYND 1

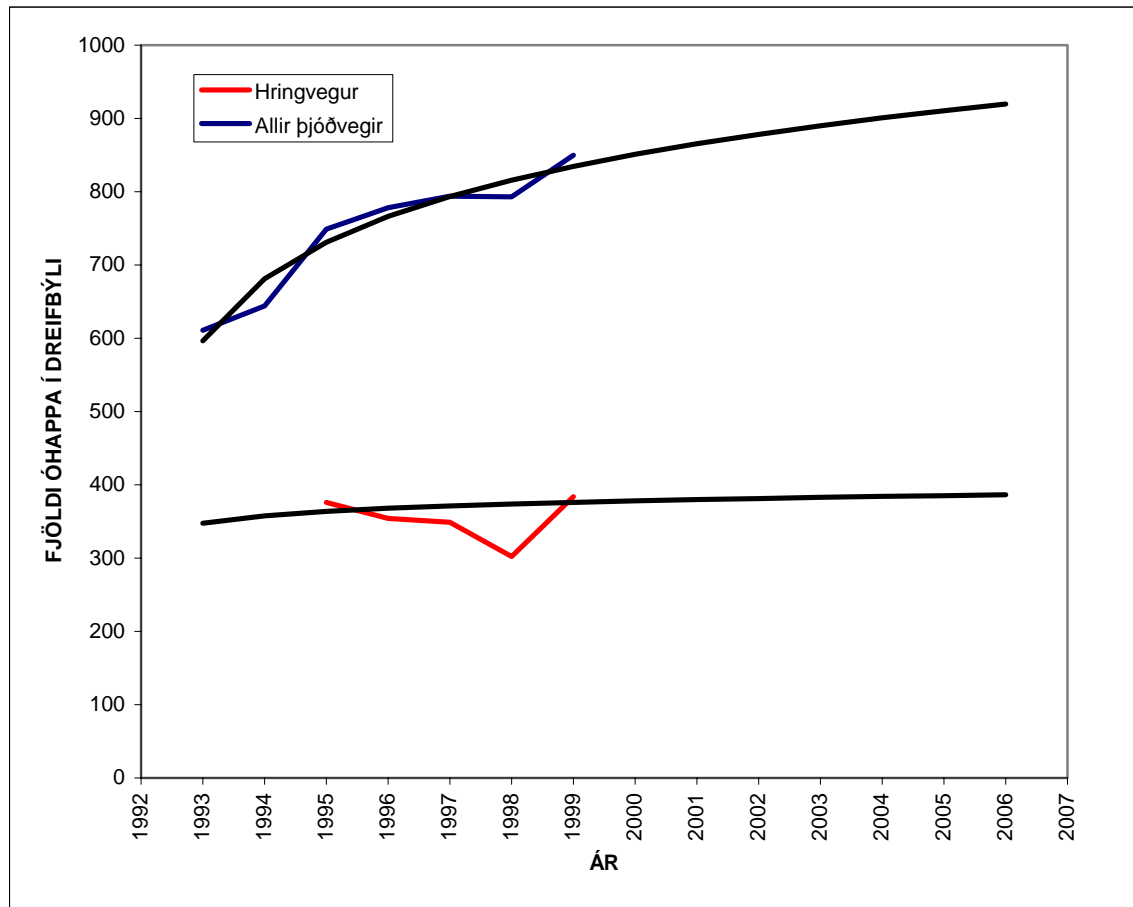


3. Umferðaröryggi

3.1. Fjöldi óhappa og alvarleiki

Mynd 2 sýnir þróun í fjölda umferðaróhappa á dreifbýlisþjóðvegum Íslands. Rauða línan sýnir fjölda umferðaróhappa á Hringveginum en bláa línan á við umferðaróhöpp á öllum dreifbýlisþjóðvegum. Svörtu línurnar eru spá fyrir fjölda umferðaróhappa. Við spána er gert ráð fyrir að umferðaróhöppum fjölgi hægt og ólínulega auk þess sem hlutfallið milli óhappa á Hringveginum og óhappa á öllum dreifbýlisþjóðvegum helst óbreytt. Þetta hlutfall er um 45% og fékkst með því að athuga fjölda umferðaróhappa árin 1995-1999, annars vegar á Hringveginum og hins vegar á dreifbýlisþjóðvegum. Samkvæmt spánni má ætla að um 400 óhöpp verði á Hringveginum árlega um 2004 og um 900 óhöpp á dreifbýlisþjóðvegum. Eftir 2004 fjölgar óhöppum hægt.

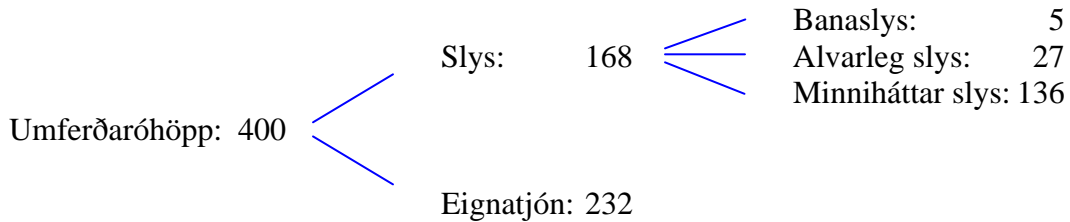
MYND 2



*Athugum að einungis er stuðst við skráningu Vegagerðarinnar til ársins 1999 en það ár voru gerðar viðamiklar breytingar á skráningu.

Hentugt er að greina á milli tvenns konar umferðaróhappa. Í þessu verki verður gerður greinarmunur annars vegar á umferðaróhöppum þar sem meiðsl verða á fólki (banaslys meðtalin) og hins vegar óhöppum þar sem engin meiðsl verða á fólki. Ef meiðsl verða á fólki verður framvegis notast við orðið „umferðarslys“ eða einungis „slys“ en fyrir önnur umferðaróhöpp verður notast við orðið „eignatjón“. Ef stuðst er við skráningu Vegagerðarinnar frá 1995 til 1999, má næstu 10 árin gera ráð fyrir eftirfarandi árlegri skiptingu:

Hringvegur:



Dreifbýlisþjóðvegir:



Athugum að tölur hér að ofan eru mjög varlega áætlaðar.

3.2. Skipting eftir gerð

Tafla 7 sýnir skiptingu á öllum umferðaróhöppum sem verða á Hringveginum utan þéttbýlis árin 1995-1999.

TAFLA 7

Umdæmi	Eignatjón	Minniháttar slys	Alvarlegt slys	Banaslys	Umferðaróhöpp alls
Suðurland	267	228	27	6	528
Reykjanes	167	95	25	3	290
Vesturland	283	30	20	5	338
Vestfirðir	9	2	1	0	12
Norðurland vestra	171	90	22	2	285
Norðurland eystra	52	75	11	3	141
Austurland	75	80	12	1	171
ALLT LANDIÐ	1024	600	118	20	1765

Tafla 8 sýnir skiptingu á öllum umferðaróhöppum á vegamótum Hringvegarins, sem urðu utan þéttbýlis árin 1995-1999.

TAFLA 8

Umdæmi	Eignatjón	Minniháttar slys	Alvarlegt slys	Banaslys	Umferðaróhöpp alls
Suðurland	62	42	5	1	110
Reykjanes	38	15	6	0	59
Vesturland	50	2	7	0	59
Vestfirðir	0	0	0	0	0
Norðurland vestra	24	7	0	0	31
Norðurland eystra	4	9	1	1	15
Austurland	6	5	2	0	13
ALLT LANDIÐ	184	80	21	2	287

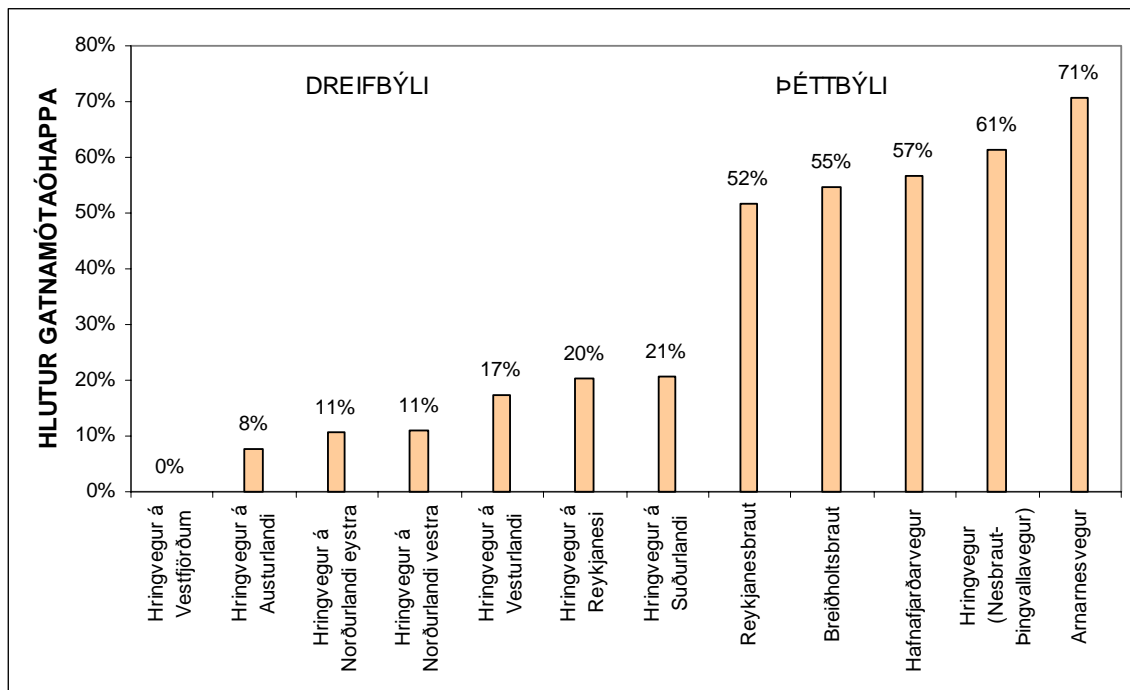
Samkvæmt skráningu á umferðaróhöppum í Reykjavík gerast 53% óhappa á gatnamótum ef óhöpp á bílastæðasvæðum eru undanskilin (heimild slysagagnabanki Tæknisviðs 1996-2002). Vitað er að hluti óhappa sem verða vegna nálægðar gatnamóta, eru í raun skráð á götukafli. Erfitt er að meta hve hátt þetta hlutfall er en ekki er ólíklegt að a.m.k. 20% óhappa, sem skráð eru á götukafli, gerist í raun vegna nálægðar gatnamóta. Ef tillit er tekið til þessara leiðréttinga má gera ráð fyrir að um 62% óhappa verði á gatnamótum ef undanskilin eru óhöpp á bílastæðasvæðum.

Ef litið er til eignatjónsóhappa á Hringveginum gerast 18% óhappanna á vegamótum samkvæmt skráningu Vegagerðarinnar. Álykta má að þetta hlutfall ætti í raun að vera hærra. Hluti eignatjónsóhappa, sem skráð eru á vegkafla, verða í raun vegna nálægra vegamóta. Þessi skekkja í skráningu Vegagerðarinnar er að líkindum hlutfallslega minni í dreifbýli en í þéttbýli. Líklegt er að um 18 - 22% eignatjónsóhappa á Hringveginum gerist á vegamótum. Ef gert er ráð fyrir að 232 eignatjónsóhöpp verði árlega á Hringveginum 2004 fæst samkvæmt áður nefndu hlutfalli að 42 - 51 eignatjón verða á ári á vegamótum Hringvegarins.

Ef við lítum hins vegar til umferðarslysa gerast 14% slysa á Hringveginum á vegamótum samkvæmt skráningu Vegagerðarinnar. Með sömu rökum og áður má ætla að hið raunverulega hlutfall sé í raun um 14 - 18%. Samkvæmt þessu hlutfalli verða 24 - 30 umferðarslys árlega á vegamótum Hringvegarins.

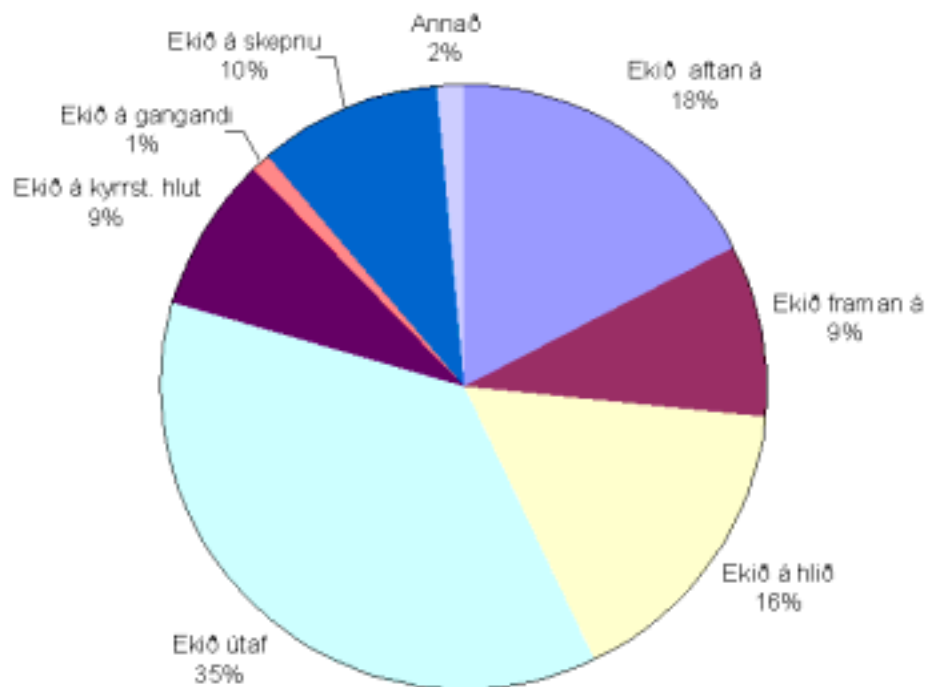
Umferðaróhöpp, sem verða á vega- eða gatnamótum, eru almennt hlutfallslega mun fleiri í þéttbýli en dreifbýli. Þetta mynstur á sér ef til vill skýringu í hlutfallslega fleiri gatnamótum í þéttbýli og meiri umferð um þau. Mynd 3 sýnir hlut vegamótaóhappa á nokkrum þjóðvegum í annars vegar þéttbýli og hins vegar dreifbýli.

MYND 3



Mynd 4 sýnir skiptingu á umferðaróhöppum á nokkrum þjóðvegum Íslands. Hlutföllin á myndinni byggja ekki einungis á dreifbýlisþjóðvegum, en nokkrir þjóðvegir á höfuðborgarsvæðinu voru með í úrtaki við úrvinnslu myndarinnar.

MYND 4



[heimild: Umferðaröryggisáætlun Vegagerðarinnar,
http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/pages/ua_umferdaroryggi_skyrslur.html]

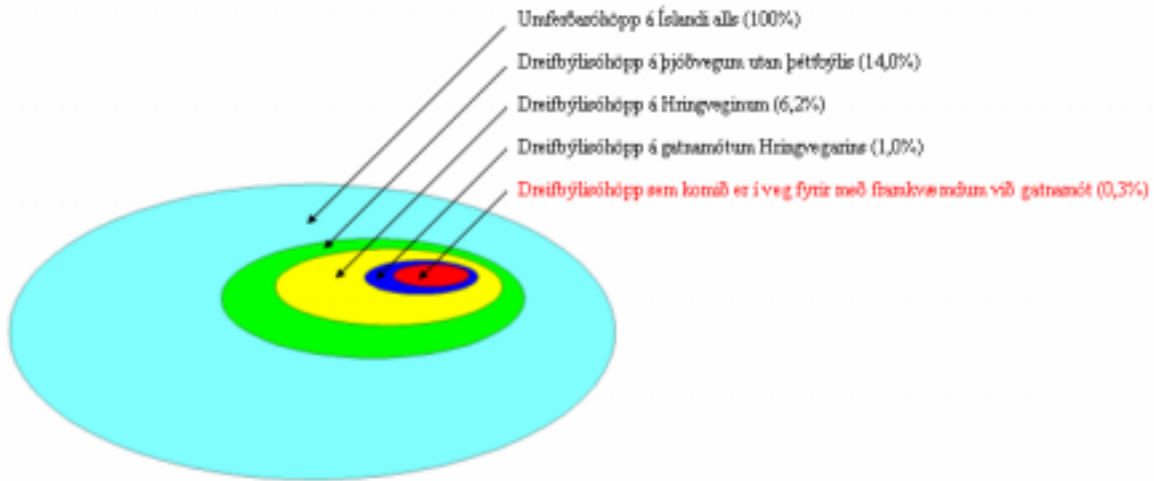
Hafa ber í huga að rúmur þriðjungur allra óhappa á þjóðvegakerfinu er útafakstur (sjá mynd 4). Útafakstur verður heldur á vegköflum en vegamótum. Hinir alvarlegu árekstrar, þar sem ekið er framán á bifreið, gerast einnig fremur á vegköflum heldur en vegamótum. Tafla 9 sýnir skiptingu óhappa á vegamótum í dreifbýli.

TAFLA 9

Tegund umferðaróhappa	Hlutfall [%]
Ekið á hlið ökutækis	43
Ekið útaf	21
Ekið aftaná	36
ALLS	100

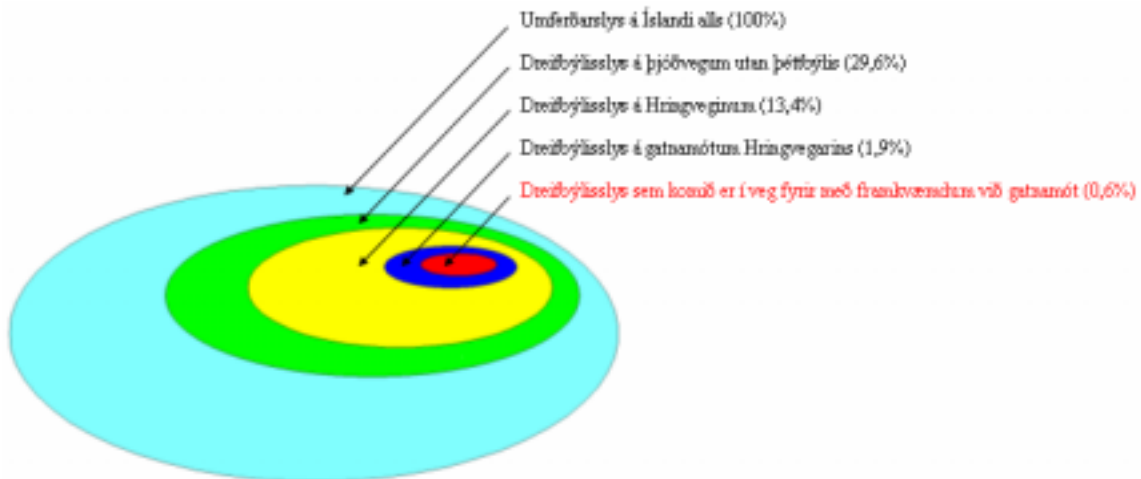
Mynd 5 sýnir þann hlut umferðaróhappa á vegamótum á hringveginum sem koma má í veg fyrir með endurbótum. Innan sviga er hlutur hvers safns af heildarfjölda lögregluskráðra umferðaróhappa á Íslandi.

MYND 5 - ÓHÖPP



Mynd 6 sýnir þann hlut umferðarslysa á vegamótum á hringveginum sem koma má í veg fyrir með endurbótum. Innan sviga er hlutur hvers safns af heildarfjölda lögregluskráðra umferðarslysa á Íslandi. Hér er miðað við þriðjungsfækkun eftir framkvæmdir, en einnig er stundum miðað við helmingfækkun slysa (sjá t.d. kafla 3.4.2.).

MYND 6 – SLYS



3.3. Forsendur fyrir útreikningum á sparnaði og arðsemi

Við útreikning á sparnaði og arðsemi er notast við eftirfarandi forsendur:

- Gert er ráð fyrir að framkvæmdir séu í upphafi árs og auki umferðaröryggi það sem eftir er ársins.
- Ekki er gert ráð fyrir fjölgun óhappa í framtíðinni.

3.4. Sparnaður vegna aukins umferðaröryggis

3.4.1. Þriðjungsfækkum umferðaróhappa

Fjárhagslegur sparnaður ríkisins samhliða færri umferðaróhöppum á vegamótum getur orðið um 30 – 35% eftir að aðgerðir eru komnar í gagnið. Hér verður miðað við að umferðaróhöppum fækki um þriðjung en það er í samræmi við fyrri reynslu hérlendis af tvennum vegamótum. Þriðjungshlutfallið er í samræmi við reynslu Nýsjálendinga, Ástrala og Bandaríkjamanna en Danir hafa sýnt fram á enn meiri árangur. Norðmenn hafa þó ekki jafngóða reynslu af lagfæringum vegamóta og hafa þeir réttilega bent á að búast má við meiri árangri við stefnugreiningu X-vegamóta en T-vegamóta.

Miðað við áður nefnt þriðjungshlutfall má fækka eignatjónsóhöppum um 14-17 á ári og slysum um 8-10 á ári með lagfæringum vegamóta hérlendis. Samkvæmt venjubundnu umferðaröryggislegu kostnaðarmati kostar slys ríkið um 14,6 milljónir króna en eignatjón kostar um 0,8 milljónir króna. Þessi kostnaður er miðaður við lok árs 2003 og byggir á tveimur skýrslum, annars vegar skýrslu sem unnin var af Hagfræðistofnun HÍ og hins vegar skýrslunni „Kostnaður vegna umferðarslysa á Íslandi” sem var unnin af Landlæknisembættinu. Þegar framkvæmdum er lokið má í heildina koma í veg fyrir um 22-27 umferðaróhöpp árlega sem samsvara ríkiskostnaði upp á 128-160 milljónir króna á ári.

Ef miðað er við neðri mörkin, eða 128 milljóna króna árlegan sparnað ríkis í lok framkvæmda, og gert er ráð fyrir að sparnaður vaxi línulega yfir framkvæmdatímamann sparast 12,8 milljónir króna fyrsta árið, 25,6 milljónir annað árið, o.s.frv. Með arðsemisútreikningum, sem taka tillit til núvirðis, er jafnvægi náð eftir um 19,3 ár (sjá viðauka I a).

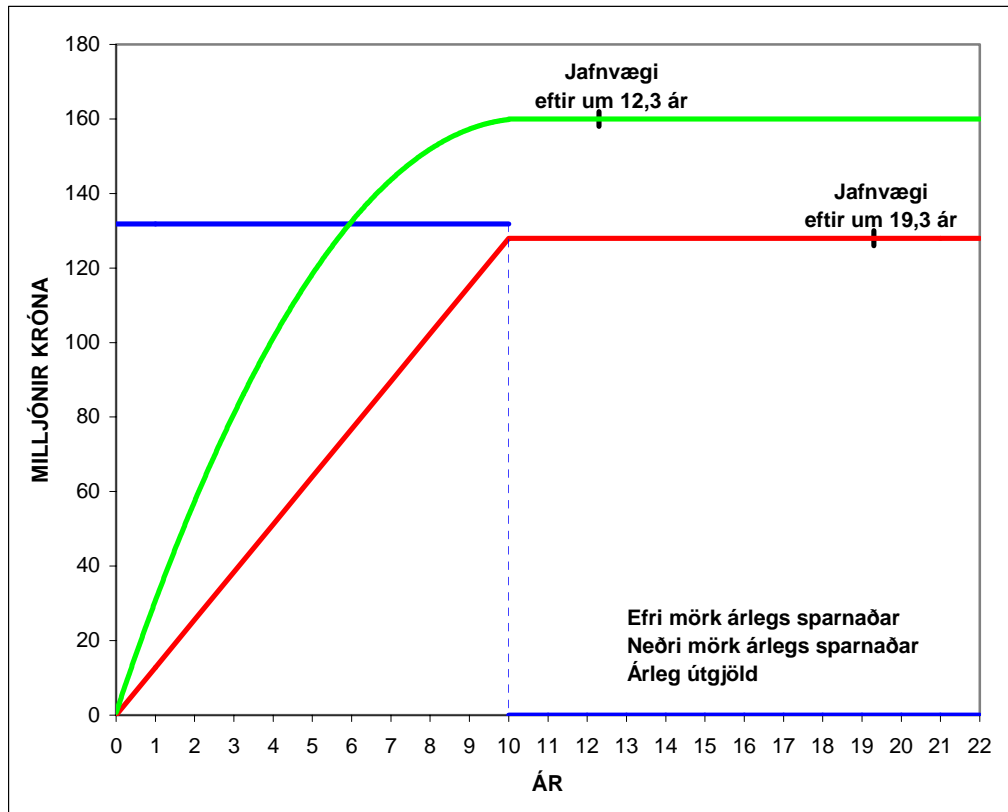
Líklegt er að aðgerðum verði forgangsraðað þannig að mestur árangur náist í upphafi framkvæmda. Ef framkvæmdaliðum er forgangsraðað og gert er ráð fyrir efri mörkum, eða 160 milljóna króna árlegum sparnaði ríkis í lok framkvæmda, sýna arðsemisútreikningar, sem taka tillit til núvirðis, að jafnvægi næst eftir um 12,3 ár (sjá viðauka I b).

Heildarfjármagn til aðgerða á þessu 10 ára tímabili er um 1318 milljónir króna. Í þessari athugun verður gert ráð fyrir 131,8 milljóna króna útgjöldum árlega.

Mynd 7 sýnir árlegan ríkissparnað og árleg útgjöld á 22 ára tímabili. Rauða línan sýnir hvernig árlegur ríkissparnaður þróast ef miðað er við að árlegur ríkissparnaður verði 128 milljónir króna að loknum framkvæmdum auk þess sem gert er ráð fyrir því að sparnaðurinn vaxi línulega yfir framkvæmdatímabilið. Rauða línan sýnir í raun lægri mörk árlegs ríkissparnaðar. Græna línan sýnir hins vegar þróun árlegs ríkissparnaðar ef tekið er mið af 160 milljóna króna árlegum ríkissparnaði í lok framkvæmda og forgangsröðun framkvæmdaliða. Græna línan sýnir þannig efri mörk árlegs ríkissparnaðar. Bláa línan sýnir árlegan kostnað við framkvæmdirnar. Athygli vekur að í

lok framkvæmdatímabils hafa aðgerðir ekki skilað fjárhagslegum hagnaði jafnvel þó miðað er við efri mörk árlegs sparnaðar.

MYND 7



Rauða og græna línan sýna hvernig árlegur sparnaður eykst miðað við versta tilfalli annars vegar og besta tilfalli hins vegar. Bláa línan sýnir hins vegar árleg útgjöld á framkvæmdatíma.

Gera má ráð fyrir að rauða línan á mynd 7 gefi hugsanlega lágmarksarðsemi, en sú græna hugsanlega hámarksarðsemi. Nokkrar leiðir eru til að meta arðsemi. Hér verður arðsemin enn metin með tveimur aðferðum. Annars vegar verður beitt aðferð sem byggir á svokallaðri fyrsta árs rentu (e. Fyrst Year Rate of Return, FYRR) og hins vegar aðferð sem byggir á svokölluðum innri vöxtum.

Fyrsta árs renta, FÁR:

- Lágmark (rauð lína) FÁR = $12,8/131,8 = 0,10$ þ.e. 10%
- Hámark (græn lína) FÁR = $32,0/131,8 = 0,24$ þ.e. 24%

Með hliðsjón af þessari aðferð má álykta að aðgerðirnar borgi sig upp á um 4-10 árum. Oft er sagt að aðgerðirnar séu arðbærar ef hlutfallið er hærra en 30%. Þetta næst ekki.

Þessi niðurstaða gefur hugsanlega ekki rétta mynd af arðsemi framkvæmdanna þar sem aðferðinni er heldur beitt á framkvæmdir yfir skemmri tímabil og kann að gefa skakka mynd af áhrifum framkvæmda yfir svo langt tímabil.

Innri vextir:

Þegar reiknaðir eru innri vextir er áætlun arðbær ef þeir eru hærri en 6%, en annars ekki.

Ef innri vextir eru reiknaðir yfir 10 ára tímabil frá upphafi framkvæmda fæst að framkvæmdirnar hafa ekki skilað hagnaði að 10 árum liðnum. Hvort sem miðað er við lágmarks- eða hámarkssparnað reiknast innri vextirnir neikvæðir.

Ef innri vextir eru hins vegar reiknaðir yfir 20 ára tímabil frá upphafi framkvæmda fæst að framkvæmdirnar hafa skilað hagnaði að 20 árum liðnum. Ef miðað er við lágmarkssparnað fást innri vextir 7%, en 16% ef miðað er við hámarkssparnað.

3.4.2. Þriðjungsfækkun eignatjóna og helmingsfækkun umferðarslysa

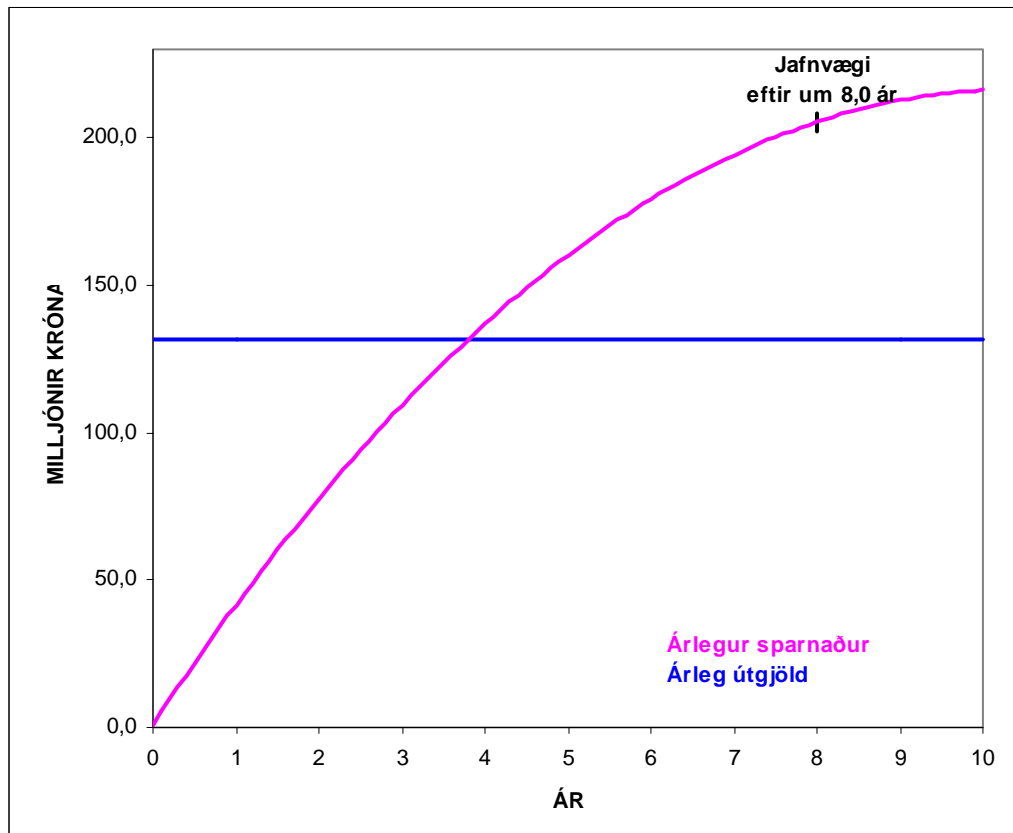
Ef gert er ráð fyrir að 232 eignatjónsóhöpp verði á Hringveginum utan þéttbýlis árið 2004 og 20% þessara óhappa verði á vegamótum fæst að þetta ár verða 46 eignatjónsóhöpp á vegamótum Hringvegarins. Auk þess fæst að 27 umferðarslys verða á vegamótum Hringvegar utan þéttbýlis árið 2004 að því gefnu að það ár verði 168 umferðarslys á Hringveginum og 16% þeirra slysa verði á vegamótum.

Reynslan hefur sýnt að lagfæringar á vegamótum fækka alvarlegri umferðaróhöppum hlutfallslega meira en lítilvægum umferðaróhöppum. Því mætti gefa sér að lagfæringar vegamóta hérlendis kynnu að fækka eignatjónsóhöppum um þriðjung og umferðarslysum um helming. Að þessu gefnu má ætla að með framkvæmdunum megi fækka eignatjónum um 15 og slysum um 14.

Miðað við lok ársins 2003 kostaði eignatjónsóhapp ríkissjóð um 0,8 milljónir króna en slys kostaði um 14,6 milljónir króna. Að loknum framkvæmdum mætti því koma í veg fyrir 29 umferðaróhöpp árlega sem samsvara ríkiskostnaði upp á 216,4 milljónir króna á ári.

Líklegt er að lagfæringum vegamóta verði forgangsraðað þannig að fyrst verði farið í framkvæmdir þar sem ávinningur er mikill. Þannig eykst árlegur sparnaður ríkissjóðs mest í upphafi framkvæmda, en aukningin minnkar síðan þar til árlegur sparnaður er um 216,4 milljónir króna að tíu árum liðnum. Miðað við þessar forsendur og árleg útgjöld 131,8 milljónir króna á framkvæmdatímanum gefa arðsemisútreikningar, sem taka tillit til núvirðis, að jafnvægi náist eftir um 8,0 ár (sjá viðauka I c). Mynd 8 sýnir árlegan ríkissparnað og árleg útgjöld á framkvæmdatímanum. Athygli vekur að aðgerðirnar hafa nú skilað fjárhagslegum hagnaði fyrir lok framkvæmdatímabilsins.

MYND 8



Bleika línan sýnir hvernig árlegur sparnaður eykst en bláa línan sýnir árleg útgjöld á framkvæmdatíma.

Nú má gera ráð fyrir að bleika línan á mynd 8 gefi arðsemi lagfæringanna og verður arðsemin enn metin með tveimur aðferðum.

Fyrsta árs renta, FÁR:

$$FÁR = 42,28/131,8 = 0,32 \quad \text{þ.e. } 32\%$$

Með hliðsjón af þessari aðferð má álykta að aðgerðirnar borgi sig upp á um 3-4 árum. Miðað við að 30% séu mörkin fyrir arðsemi framkvæmdar þá rétt ná aðgerðirnar yfir þau mörk. Þessi niðurstaða gefur hugsanlega ekki rétta mynd af arðsemi framkvæmdanna þar sem aðferðinni er heldur beitt á framkvæmdir yfir skemmri tímabil og kann að gefa skakka mynd af áhrifum framkvæmda yfir svo langan tíma.

Innri vextir:

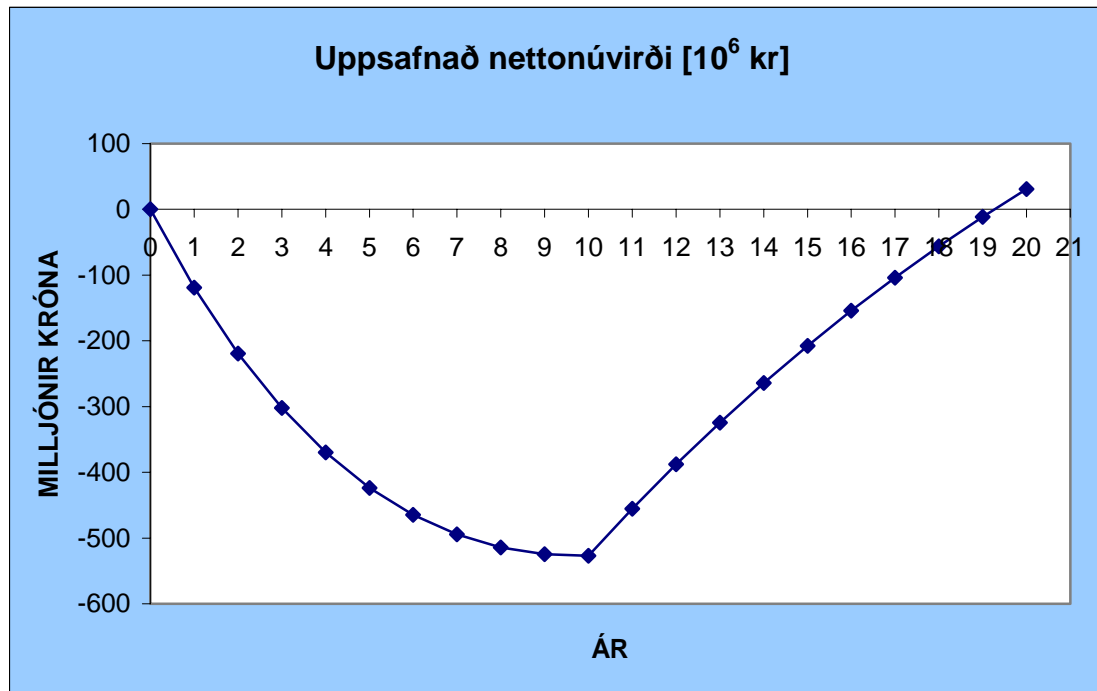
Þegar reiknaðir eru innri vextir er áætlun arðbær ef þeir eru hærri en 6% en annars ekki.

Ef innri vextir eru reiknaðir yfir 10 ára tímabil frá upphafi framkvæmda fæst að framkvæmdirnar hafa skilað hagnaði að 10 árum liðnum. Innri vextir á þessum tíu árum eru 14% Ef reiknað er yfir 20 ára tímabil frá upphafi framkvæmda fást innri vextir 29%.

Viðauki I a

Arðsemi miðuð við jafna tekjudreifingu og þriðjungfækkun óhappa.

Ár	Tekjur [10 ⁶ kr]	Gjöld [10 ⁶ kr]	Núvirði tekna [10 ⁶ kr]	Núvirði gjalda [10 ⁶ kr]	Netto núvirði [10 ⁶ kr]	Uppsafnað nettonúvirði [10 ⁶ kr]
1	12,8	131,8	12,8	131,8	-119,0	-119,0
2	25,6	131,8	24,2	124,3	-100,2	-219,2
3	38,4	131,8	34,2	117,3	-83,1	-302,3
4	51,2	131,8	43,0	110,7	-67,7	-370,0
5	64	131,8	50,7	104,4	-53,7	-423,7
6	76,8	131,8	57,4	98,5	-41,1	-464,8
7	89,6	131,8	63,2	92,9	-29,7	-494,5
8	102,4	131,8	68,1	87,7	-19,6	-514,1
9	115,2	131,8	72,3	82,7	-10,4	-524,5
10	128	131,8	75,8	78,0	-2,2	-526,8
11	128	0	71,5	0,0	71,5	-455,3
12	128	0	67,4	0,0	67,4	-387,9
13	128	0	63,6	0,0	63,6	-324,2
14	128	0	60,0	0,0	60,0	-264,2
15	128	0	56,6	0,0	56,6	-207,6
16	128	0	53,4	0,0	53,4	-154,2
17	128	0	50,4	0,0	50,4	-103,8
18	128	0	47,5	0,0	47,5	-56,3
19	128	0	44,8	0,0	44,8	-11,4
20	128	0	42,3	0,0	42,3	30,9



Útreikningar miðað við 10 ár frá upphafi framkvæmda:

Núvirði tekna	501,5 x 10 ⁶ kr	
Núvirði gjalda	1028,3 x 10 ⁶ kr	
Nettonúvirði	-526,8 x 10 ⁶ kr	
NN/K=Nettonúvirði/núvirði gjalda		-0,51
Innri vextir		<< 0
N/K=Núvirði tekna/Núvirði kostnaðar		0,49

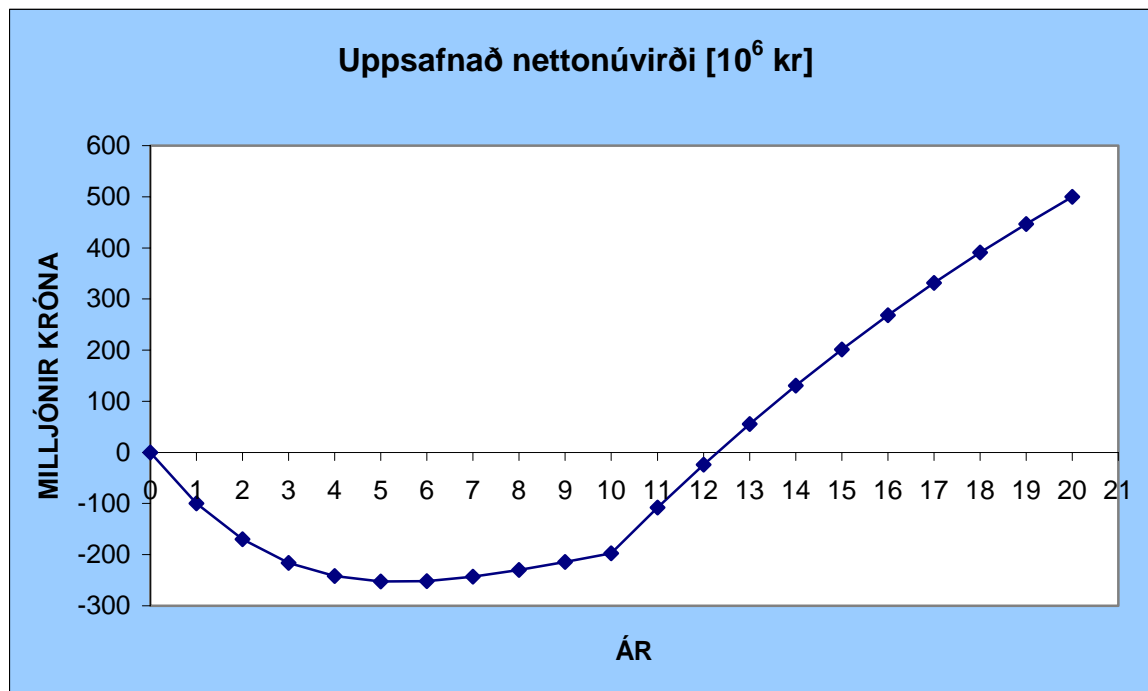
Útreikningar miðað við 20 ár frá upphafi framkvæmda:

Núvirði tekna	1059,1 x 10 ⁶ kr	
Núvirði gjalda	1028,3 x 10 ⁶ kr	
Nettonúvirði	30,9 x 10 ⁶ kr	
NN/K=Nettonúvirði/núvirði gjalda		0,03
Innri vextir		7%
N/K=Núvirði tekna/Núvirði kostnaðar		1,03

Viðauki I b

Arðsemi miðuð við forgangsraðaðar framkvæmdir og þriðjungsfækkun óhappa.

Ár	Tekjur [10 ⁶ kr]	Gjöld [10 ⁶ kr]	Núvirði tekna [10 ⁶ kr]	Núvirði gjalda [10 ⁶ kr]	Netto núvirði [10 ⁶ kr]	Uppsafnað nettonúvirði [10 ⁶ kr]
1	32	131,8	32,0	131,8	-99,8	-99,8
2	58	131,8	54,3	124,3	-70,0	-169,8
3	80	131,8	71,2	117,3	-46,1	-215,9
4	101	131,8	84,6	110,7	-26,0	-241,9
5	118	131,8	93,8	104,4	-10,6	-252,5
6	133	131,8	99,2	98,5	0,7	-251,8
7	144	131,8	101,5	92,9	8,6	-243,2
8	152	131,8	101,1	87,7	13,4	-229,8
9	157	131,8	98,4	82,7	15,7	-214,1
10	160	131,8	94,7	78,0	16,7	-197,4
11	160	0	89,3	0,0	89,3	-108,0
12	160	0	84,3	0,0	84,3	-23,8
13	160	0	79,5	0,0	79,5	55,8
14	160	0	75,0	0,0	75,0	130,8
15	160	0	70,8	0,0	70,8	201,5
16	160	0	66,8	0,0	66,8	268,3
17	160	0	63,0	0,0	63,0	331,3
18	160	0	59,4	0,0	59,4	390,7
19	160	0	56,1	0,0	56,1	446,8
20	160	0	52,9	0,0	52,9	499,6



Útreikningar miðað við 10 ár frá upphafi framkvæmda

Núvirði tekna $830,9 \times 10^6$ kr
Núvirði gjalda $1028,3 \times 10^6$ kr
Nettonúvirði $-197,4 \times 10^6$ kr

NN/K=Nettonúvirði/núvirði gjalda -0,2
Innri vextir -16%
N/K=Núvirði tekna/Núvirði kostnaðar 0,8

Útreikningar miðað við 20 ár frá upphafi framkvæmda

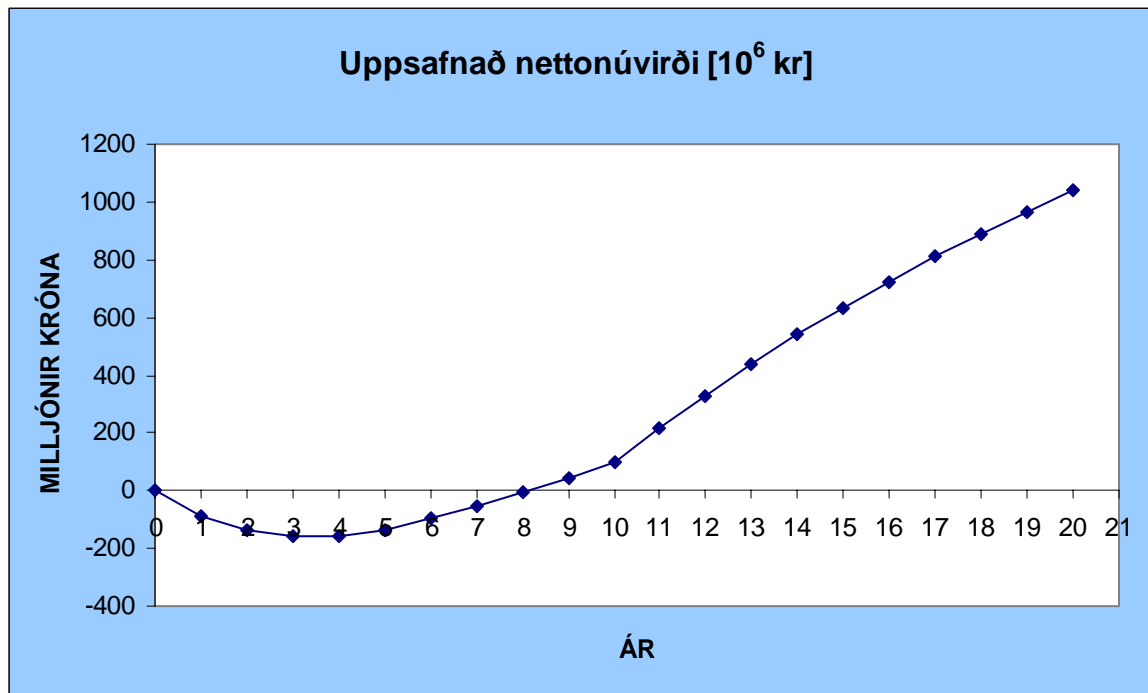
Núvirði tekna $1527,9 \times 10^6$ kr
Núvirði gjalda $1028,3 \times 10^6$ kr
Nettonúvirði $499,6 \times 10^6$ kr

NN/K=Nettonúvirði/núvirði gjalda 0,5
Innri vextir 16%
N/K=Núvirði tekna/Núvirði kostnaðar 1,5

Viðauki I c

Arðsemi miðuð við forgangsraðaðar framkvæmdir, þriðjungsfækkun eignatjóna og helmingsfækkun slysa.

Ár	Tekjur [10 ⁶ kr]	Gjöld [10 ⁶ kr]	Núvirði tekna [10 ⁶ kr]	Núvirði gjalda [10 ⁶ kr]	Netto núvirði [10 ⁶ kr]	Uppsafnað nettonúvirði [10 ⁶ kr]
1	43,28	131,8	43,3	131,8	-88,5	-88,5
2	77,904	131,8	73,5	124,3	-50,8	-139,4
3	108,2	131,8	96,3	117,3	-21,0	-160,4
4	136,332	131,8	114,5	110,7	3,8	-156,6
5	160,136	131,8	126,8	104,4	22,4	-134,1
6	179,612	131,8	134,2	98,5	35,7	-98,4
7	194,76	131,8	137,3	92,9	44,4	-54,0
8	205,58	131,8	136,7	87,7	49,1	-4,9
9	212,072	131,8	133,1	82,7	50,4	45,4
10	216,4	131,8	128,1	78,0	50,1	95,5
11	216,4	0	120,8	0,0	120,8	216,3
12	216,4	0	114,0	0,0	114,0	330,3
13	216,4	0	107,5	0,0	107,5	437,9
14	216,4	0	101,5	0,0	101,5	539,3
15	216,4	0	95,7	0,0	95,7	635,0
16	216,4	0	90,3	0,0	90,3	725,3
17	216,4	0	85,2	0,0	85,2	810,5
18	216,4	0	80,4	0,0	80,4	890,9
19	216,4	0	75,8	0,0	75,8	966,7
20	216,4	0	71,5	0,0	71,5	1038,2



Útreikningar miðað við 10 ár frá upphafi framkvæmda

Núvirði tekna $1123,8 \times 10^6$ kr
Núvirði gjalda $1028,3 \times 10^6$ kr
Nettonúvirði $95,5 \times 10^6$ kr

NN/K=Nettonúvirði/núvirði gjalda 0,1
Innri vextir 14%
N/K=Núvirði tekna/Núvirði kostnaðar 1,1

Útreikningar miðað við 20 ár frá upphafi framkvæmda

Núvirði tekna $2066,5 \times 10^6$ kr
Núvirði gjalda $1028,3 \times 10^6$ kr
Nettonúvirði $1038,2 \times 10^6$ kr

NN/K=Nettonúvirði/núvirði gjalda 1,0
Innri vextir 29%
N/K=Núvirði tekna/Núvirði kostnaðar 2,0

Viðauki II

Sparnaður vegna aukins umferðaröryggis við lagfæringu vegamóta

Ísland (*Skýrsla Línuhönnunar um öryggi vegamóta*)

Hérlendis hefur verið skoðuð breyting á óhappatíðni við gerð fullrar stefnugreiningar tveggja vegamóta. Annars vegar var þessi breyting skoðuð fyrir vegamót Reykjanesbrautar og vegar að Vogum og hins vegar fyrir vegamót Reykjanesbrautar og Grindavíkurvegur. Þessum vegamótum var báðum breytt árið 1993.

Vegamót	Tími	Óhappatíðni [ár ⁻¹]	Slysatíðni [ár ⁻¹]
Vogaafleggjari	Fyrir stefnugreiningu	1,86	1,09
	Eftir stefnugreiningu	1,79	0,64
Grindavíkurvegur	Fyrir stefnugreiningu	1,55	0,93
	Eftir stefnugreiningu	0,38	0,00

Þetta þýðir að fyrir þessi tvönn vegamót lækkaði óhappatíðnin um 4% - 75% og slysatíðnin lækkaði um 41% - 100%.

Nýja Sjáland (*Land Transport Safety Authority*)

Miðeyjustubbar, eyru og hausar	32% fækkun
Einungis stubbar	18,4% fækkun
Vinstribeygjuakreinar	Fækkun 33%
	64% fækkun aftanákeyrslna

Ástralía

Inndregin vinstribeygjueyja	30% fækkun hliðarárekstra 40% fækkun á aftanákeyrslum
Umferðareyjur á aðkomur	20% fækkun á árekstrum bíla sem koma sinn úr hvorri áttinni og aftanákeyrslum við vegamót. 10% fækkun á útafkeyrslum í hægri og vinstribeygjum, á árekstum þar sem ekið er á bíl í bílastæði og ákeyrslum á bíla sem eru að leggja.
Málaðar beygjuakreinar	20% fækkun á hliðarárekstrum, aftanákeyrslum við vegamót, á árekstum þar sem ekið er á bíl í bílastæði og ákeyrslum á bíla sem eru að leggja.

USA (*Highway Engineering*)

Stefnugreining, að meðtöldum vinstri-
beygjupoka

23% fækkun allra óhappa (accidents)
29% fækkun slysa (injuries)
65% fækkun banaslysa (fatalities)

Noregur (*Traffiksikkerhedshandbok, frá 1997*)

T-vegamót:

Stefnugreining á hliðarvegi	18% aukning allra slysa í vegmótunum
Stefnugreining fyrir vinstribeygju	27% fækkun allra slysa í vegmótunum 20% aukning allra eignatjónsóhappa í vegamótunum
Máluð vinstribeygja	22% fækkun allra slysa í vegmótunum 20% fækkun allra eignatjónsóhappa í vegamótunum
Stefnugreining fyrir hægribeygju	2% fækkun allra slysa í vegmótunum
Framhjáhlaupsvasi	22% fækkun allra slysa í vegmótunum
Full stefnugreining	16% aukning allra slysa í vegmótunum

X-vegamót

Stefnugreining á hliðarvegi	17% fækkun allra slysa í vegmótunum 34% fækkun allra eignatjónsóhappa í vegamótunum
Stefnugreining fyrir vinstribeygju	4% fækkun allra slysa í vegmótunum 16% fækkun allra eignatjónsóhappa í vegamótunum
Máluð vinstribeygja	28% aukning allra slysa í vegmótunum 26% fækkun allra eignatjónsóhappa í vegamótunum
Stefnugreining fyrir hægri beygju	13% fækkun allra slysa í vegmótunum 19% fækkun allra eignatjónsóhappa í vegamótunum
Full stefnugreining	27% fækkun allra slysa í vegmótunum 13% fækkun allra eignatjónsóhappa í vegamótunum
Máluð full stefnugreining	57% fækkun allra slysa í vegmótunum

Noregur (*Statens vegvesen, handbok 140 konsekvens-analyser del Ib '95*)
T- vegamót:

Eyjur í hliðarveg	0-40% fækkun þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Stefnugreining fyrir vinstribeygju	frá 55% fækkun í 50% aukningu þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Stefnugreining fyrir hægribeygju	frá 60% fækkun í 145% aukningu þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Full stefnugreining	0 -40% aukning þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Máluð vinstribeygja	frá 50% fækkun í 30% aukningu þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Framhjáhlaupsvasi	frá 50% fækkun í 10% aukningu þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á

X- vegamót:

Eyjur í hliðarveg	10-40% fækkun þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Stefnugreining fyrir vinstribeygju	frá 40% fækkun í 5% aukningu þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Stefnugreining fyrir hægribeygju	frá 80% fækkun í 55% aukning þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Full stefnugreining	40 -15% fækkun þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Máluð vinstribeygja	frá 45% fækkun í 5% aukningu þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á
Framhjáhlaupsvasi	frá 90% fækkun í 850% aukningu þeirra slysa sem breyting hefur áhrif á

T- vegamót:

Eyjur í hliðarveg	0-40% aukning þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Stefnugreining fyrir vinstribeygju	frá 20% fækkun í 75% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Stefnugreining fyrir hægribeygju	frá 50% fækkun í 285% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Full stefnugreining	0 -40% aukning þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Máluð vinstribeygja	frá 50% fækkun í 25% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Framhjáhlaupsvasi	frá 50% fækkun í 10% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á

X- vegamót:

Eyjur í hliðarveg	frá 70% fækkun í 66% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Stefnugreining fyrir vinstribeygju	frá 50% fækkun í 25% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Stefnugreining fyrir hægribeygju	frá 65% fækkun í 170% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Full stefnugreining	frá 50% fækkun í 100% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Máluð vinstribeygja	frá 80% fækkun í 55% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á
Framhjáhlaupsvasi	frá 90% fækkun í 850% aukningu þeirra eignatjóna sem breyting hefur áhrif á

Danmörk (Effektvurdering af uheldsbekæmpelsen i DK)

Stefnugreining með kantsteinum	28-70% fækkun óhappa 27-64% fækkun slysa
Stefnugreining máluð	28-73% fækkun óhappa 28-75% fækkun slysa
Vinstribeygjuakrein	23-49% fækkun óhappa 23-64% fækkun slysa