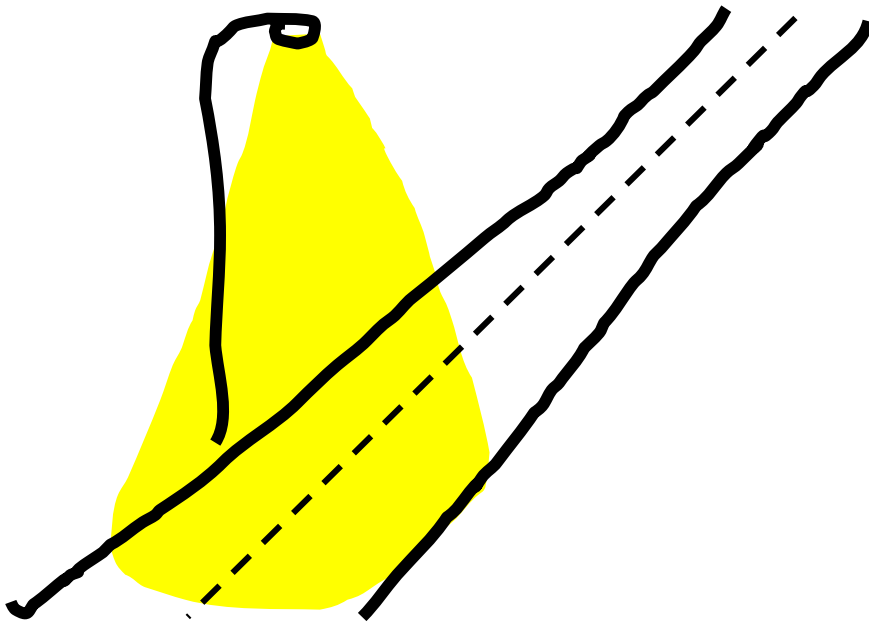




Lýsing þjóðvega utan þéttbýlis

Tilgangur, forsendur og áhrif þjóðvegalýsingar



Mái 2002
Haraldur Sigþórsson
Ingvar Rafn Gunnarsson
Sigurður Örn Jónsson
Þórólfur Nielsen



Línuhönnun
verkfræðistofa

Efnisyfirlit

Verklýsing.....	3
1. Inngangur	4
2. Umferðaröryggi í myrkri.....	5
3. Lýsing fækkar óhöppum	7
4. Uppfylla verður ákveðin skilyrði	8
5. Búnaður og fyrirkomulag.....	10
6. Birtuskilyrði við óhöpp og slys	11
7. Dæmi I: Reynsla af Reykjanesbraut.....	12
8. Dæmi II: Umræða um lýsingu Suðurlandsveggar yfir Hellisheiði.....	20
9. Samantekt.....	25
Heimildir	27
Viðauki.....	28

Verklýsing

Lýsing þjóðvega

Á undanförunum árum hafa verið miklar umræður um lýsingu þjóðvega. Reykjanesbrautin að flugstöð hefur verið lýst, áætlanir eru uppi um að lýsa Hellisheiði og Þrengslaveg og óskir hafa borist um lýsingu á vegum á Suðurnesjum og á Vesturlandsvegi að Hvalfirði. Umræður um lýsingu þjóðvega hafa oftar en ekki byggst á þeirri tilfinningu að lýsing geri akstur í myrkri öruggari. Lítið hefur þó verið um efnisleg rök enda tíðkast ekki lýsing á þjóðvegum í dreifbýli í öðrum löndum. Þess vegna hefur Vegagerðin falið Línuhönnun að gera úttekt á eftirtöldum þáttum:

1. Afla upplýsinga um erlenda reynslu af lýsingu þjóðvega í dreifbýli.
2. Leggja mat á reynslu af lýsingu Reykjanesbrautar, meðal annars m.t.t. aukinnar vetrarþjónustu. Skoða skal öll óhöpp sem verða þegar aðstæður eru þannig að lýsing gæti komið að notum til aukningar á sjónlengdum. Einnig skal lagt mat á þróun umferðarhraða fyrir og eftir lýsingu vegarins.
3. Leggja mat á hvort lýsing muni bæta umferðaröryggi á Hellisheiði.
4. Leggja fram tillögur um, hvar og með hvaða hætti lýsing gæti bætt umferðaröryggi á þjóðvegum almennt.

Í júní 2001

Rögnvaldur Jónsson

1. Inngangur

Almennt má segja, að heimildir um lýsingu vega utan þéttbýlis séu af skornum skammti. Þjóðvegakerfi utan þéttbýlis er almennt ekki lýst upp. Undantekning er þó Belgía, þar sem hraðbrautir hafa verið lýstar upp. Víða er getið um þær kröfur, sem aðstæður og umferð skulu uppfylla til að lýsing komi til greina. Þær eru svipaðar frá landi til lands. Einnig virðast vegamót utan þéttbýlis lýst upp í undantekningartilvikum.

Á Íslandi fara ekki alltaf saman nótt/myrkur og dagur/birta í sama mæli og víða erlendis, vegna norðlægrar legu landsins. Oft er í orðanna hljóðan samasemmerki milli orðanna nótt/myrkur og dagur/birta en reyndin er önnur, ekki síst umferðartæknilega. Ýmissa áhrifa næturumferðar (í skilningi þess tíma sólarhringsins) er vart þótt bjart sé, og á sama hátt fer saman hefðbundin dagsumferð og myrkur. Því getur verið erfitt er að meta umferðartæknileg og umferðaröryggisleg áhrif myrkursins eingöngu og ber að hafa það í huga við lestur þessarar greinargerðar.

Í þessari greinargerð er orðið “slys” notað yfir óhapp með meiðslum á fólki en orðið “óhapp” yfir óhapp hvort sem meiðsl verða á fólki eður ei.

Í erlendum heimildum er víða fjallað um jákvæð áhrif götulýsingar á umferðaröryggi. Er sums staðar talið hugsanlegt að fækka slysum allt að 30%. Ákveðnar forsendur verða þó að vera fyrir hendi til að þessi ávinningur náist. Þessar forsendur eru helstar:

- Óvenju mörg óhöpp verði að næturlagi eða í myrkri. Er þar venjulega átt við óvenju mörg næturóhöpp á tilteknum götukafla miðað við sambærilega götukafla, enda sé það kannað sérstaklega. Ekki er nægjanlegt að óhappatíðni¹ sé hærri að næturlagi, því það skilyrði er víðast hvar uppfyllt.
- Það styður uppsetningu lýsingar, ef gangandi eða hjólandi vegfarendur eru í hættu.
- Lýsing er heppileg ef mikið er um að vera við götuna/veginn, þ.e. mörg gatnamót og tengingar. Segja má, að þar með sé þess krafist, að um veg/götu innan þéttbýlis sé að ræða.
- Umferð sé yfir ákveðnum viðmiðunarmörkum.

Vangaveltur um **arðsemi** hafa einnig víðast hvar mikið að segja þegar skoða á hvaða vegi/götur á að lýsa upp. Vegir og götur eru flokkaðar eftir hlutverki og umferð og lenda þannig í mismunandi lýsingarflokkum.

Ekki má gleyma mikilvægi þess að halda **samfelldni** í gatna- og vegakerfinu. Víða er forsenda fyrir aðgerðum sú, að vegurinn/gatan falli í einhvern ákveðinn flokk, sem leyfir lýsingu. Ýmsar þjóðir, þ.á m. Danir, hafa reynslu af því að óheppilegt getur verið að lýsa upp vegi að hluta. Augu ökumanna fá mismunandi áreiti, hafa ekki vanist skyndilegum breytingum á birtuskiluyrðum og hætta getur aukist vegna aukinnar lýsingar. Svipuð áhrif hafa komið í ljós við gangamunna. Mikilvægt er, að ökumenn búist við þeim aðstæðum, sem þeir lenda í.

Víða er sú almenna ákvörðun tekin, að allir þjóðvegir utan þéttbýlis séu óupplýstir. Þetta greinir þá frá þjóðvegum innan þéttbýlis og kemur í veg fyrir gríðarlega kostnaðaraukningu, sem lýsing

¹ Óhappatíðni: Fjöldi óhappa á milljón ekna kílómetra. Skammstafað ÓHT.

allra þjóðvega hefði óhjákvæmilega í för með sér. Sumir hafa tekið þá stefnu, að lýsa upp einstaka stutta kafla og gatnamót, þar sem þéttbýlisáhrifa gætir verulega. Skiptar skoðanir eru um ágæti svoleiðis lausna. Ekki má gleyma þeirri staðreynd, að samfara þeim kostnaði sem fer í að lýsa upp þjóðvegi, er orkan sem í það fer og framleiðsla hennar, víða óumhverfisvæn, svo sem brennsla kola og olíu til raforkuframleiðslu, og því er tregða til að lýsa upp meira en “nauðsyn” krefur.

2. Umferðaröryggi í myrkri

Á Íslandi hefur óhappatíðni í birtu, myrkri og rökkri verið rannsökuð [*Haraldur Sigþórsson, 1996*]. Í ljós kom, að munur milli landshluta var lítill og þar af leiðandi ómarktækur. Hættulegra var að aka um í myrkri en í birtu og var það í samræmi við erlendar heimildir. Munurinn var þó ekki eins mikill og erlendis. Óhöppum var einnig skipt eftir því hvort þau urðu í Reykjavík, á þjóðvegum án lýsingar eða þjóðvegum með einhverri lýsingu. Götur í Reykjavík virtust vera mjög öruggar í myrkri. Það gæti verið vegna mjög góðrar lýsingar á götum í Reykjavík og einnig þeirrar staðreyndar, að tími myrkurs fellur ekki endilega saman við tíma nætur hér á landi.

Akstur að næturlagi er hættulegri en að degi til. Hluti ökumanna er þreyttur, að flýta sér, að sýnast fyrir öðrum eða jafnvel undir áhrifum áfengis. Áhrif skertrar sjónlengdar vegna slæms skyggis í myrkri bætast svo ofaná, ef tími myrkurs fellur saman við nóttina, en svo þarf ekki endilega að vera hér á landi, eins og fyrr segir.

Þjóðvegir með einhverri lýsingu voru hættulegri í myrki heldur en þjóðvegir án lýsingar. Þetta var þó ekki tölfræðilega marktækt, þar sem úrtakið fyrir þjóðvegi með einhverri lýsingu var of lítið. Einnig má benda á það, að þessir þjóðvegir eru ekki dæmigerðir fyrir þjóðvegalýsingu. Þetta var samsafn stuttra kafla, þar sem víða voru mörg gatnamót. Niðurstaðan kom þó á óvart, en ástæðan fyrir slæmri útkomu þessara vegkafla er líklega einmitt sú, að sérstaklega hættulegir vegkaflar í nágrenni við þéttbýli höfðu verið lýstir upp. Þá voru teknir með óupplýstir kaflar með hættulegum upplýstum gatnamótum.

Myrkur er skilgreint sem sá tími, þegar sólin er 6° undir sóldeildarhring eða neðar. Rökkur er sá tími, þegar sólin er milli 0° og 6° undir sóldeildarhring. Á öðrum tímum sólarhrings ríkir birta. Samkvæmt [*Haraldi, 1996*] fæst:

23,3% óhappa á Íslandi verða í myrkri og 76,7% í birtu (þar af 9,1% í rökkri)

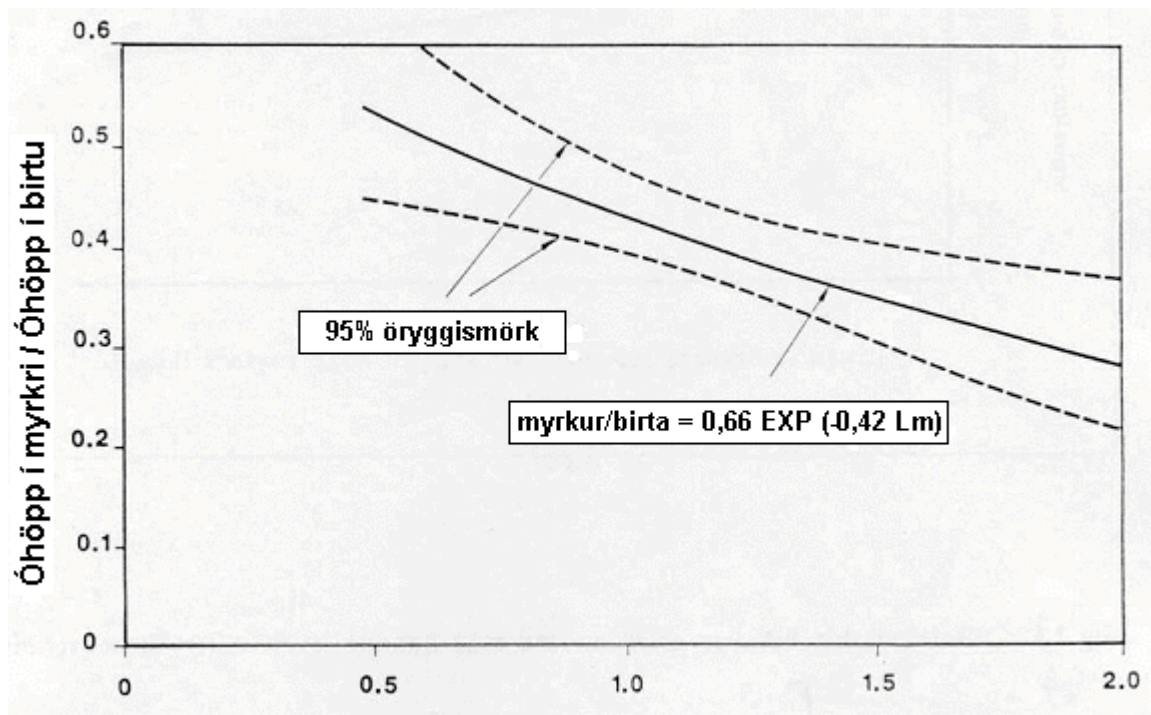
20,9% slysa verða í myrkri og 78,1% í birtu (þar af 9,9% í rökkri).

Hér er rökkur flokkað með birtu, en það er viðtekin venja í erlendum heimildum, ef það er ekki flokkað sérstaklega.

Lýsing vega og gatna er yfirleitt reiknuð út frá svokölluðum lýsingartölum. Oftast eru reiknaðar 4 stærðir:

- meðalljós magn (average luminance)
- jafndreifanleiki (overall uniformity)
- jafndreifanleiki í akstursstefnu (longitudinal uniformity)
- glýja (glare)

Erfitt hefur reynt að tengja óhappatíðni (ÓHT) beint við þessar stærðir, en það hefur þó verið reynt. Á **Mynd 1** er ÓHT tengd við hlutfall myrkurs- og birtuóhappa. Ekki hefur tekist að finna samsvarandi samband fyrir jafndreifanleika og glýju [*CIE, 1990*]. Þessir fjórir þættir lýsingar eru samt yfirleitt undirstaða erlendra staðla.



Mynd 1: Hlutfall óhappa í myrkri af óhöppum í birtu, sem fall af meðalljósmagni, (average road surface luminance, Lm).

Nokkur athyglisverð atriði koma fram í þýskri heimild [Pfundt, 1986]:

- Óhappatíðni er hærri þegar dimmt er.
- Einkenni óhappa í myrkri eru önnur en í björtu.
- Hraðar er ekið á nóttunni.
- Slysín eru alvarlegri í myrkri.
- Meðalaldur ökumanna er lægri í myrkri.
- Bleyta virðist hafa meira að segja þegar dimmt er.
- Umferðargötur í þéttbýli með fjarumferð eru hættulegri að næturlagi, ef um þær fer einnig grannumferð. Þetta stafar aðallega af fleiri gangandi vegfarendum í því tilviki, en þeir eru í miklu meiri hættu í myrkri.

Hér á eftir kemur fram athyglisverð fullyrðing, sem taka verður þó með nokkrum fyrirvara, m.a. vegna þess að hún byggir á því að tími myrkurs og nótt fylgjast að. Erlendar heimildir benda einnig víða á það, að ýmislegt annað en slæmt skyggni vegna ónógra birtuskilyrða stuðlar að hárrí slysatíðni að nóttu til. Dæmi eru tekin um mannlega þáttinn, menn eru syfjaðir, annars hugar og jafnvel drukknir. Íslenskar rannsóknir hafa bent til þess, að aðrir þættir en myrkrið kunni að veða þyngra en áður var talið og erlendar rannsóknir hafa einnig stutt þessa skoðun:

“Road accidents at night are disproportionately high in numbers and severity compared to daytime. Individual factors such as increased alcohol usage, fatigue, and over-representation of young drivers in night traffic contribute to the problem. However, the major factor is darkness.” [AUS/NZ Standard 1996; CIE technical report 1990]

Hafa ber í huga að ljósmagn það, sem götulýsing býr til, er minna en 1% af ljósmagni að degi til. Birtuskilyrði eru því mun verri. Erfiðara er að greina hluti, hreyfingu og fjarlægð og sjónsviðið er skert.

Niðurstaðan er því eftirfarandi: Óhappatíðni og alvarleiki er hærri að nóttu en að degi. Þetta gildir að einhverju leyti einnig um tíma myrkurs á móti tíma birtu, en alls ekki eins greinilega. Þetta breytir því þó ekki, að sérstakrar aðgæslu er þörf, þegar myrkur er.

3. Lýsing fækkar óhöppum

Erlendar heimildir geta víða um jákvæð áhrif lýsingar. Í því sambandi eru oft nefnd dæmi um lýsingu gatna, sem heppnaðist vel og jafnvel vitnað í tölulega fækkun slysa. Oftast er um að ræða vegi innan þéttbýlis eða í næsta nágrenni þess.

“In rural areas, lighting of isolated grade intersections can be a worthwhile safety benefit (Lipinski, et al, 1970). In the UK, it is common to light rural roads (especially freeways/motorways), and Sabey and Johnson (1973) have found statistically significant reduction of about 50 per cent at such sites.”

[Ogden, 1997]

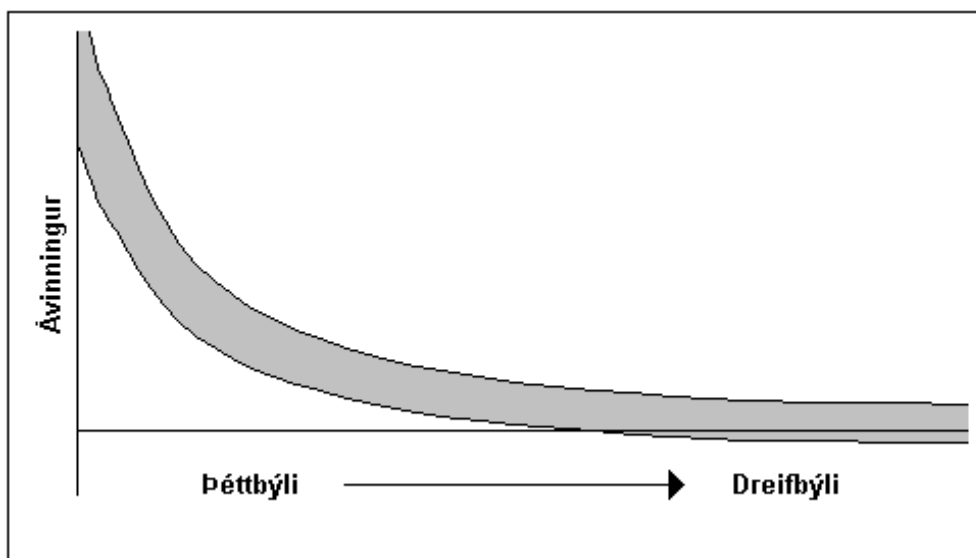
“I Norge mener vi at å belyse spredt bebygde riksveger ikke har noen negativ effekt. Hvor stor en evt. positiv effekt kan være har vi ikke noen dokumentasjon på, men det vil være naturlig å tro at en positiv effekt vil øke med økende trafikk (ÅDT). Vi skal heller ikke se bort i fra den store gevinsten som ligger i økt trygghet for særlig de myke trafikantene som ferdes langs en belyst veg, men også for bilister.” [Nordgaard, 2001]

Óhöppum að næturlagi á Nýja Sjálandi fækkar um 30-40% við að lýsa götur upp. Á nóttunni verða mörg óhöpp og eru þau oft alvarleg. Mest verður fækkun á árekstrum margra bíla á gatnamótum. [Jackett, 1996]

“Road Lighting is acknowledged to be an effective accident counter-measure. The costs involved in providing road lighting can be demonstrated to provide significant financial and community benefits in terms of reductions in road accidents at night. Studies in Australia and New Zealand, and in other countries, have led to the conclusion that traffic route lighting is likely to reduce night time casualty accidents by about 30%, taken over the road network.”

[AUS / NZ Standard 1996]

Lýsing fækkar óhöppum í myrkri. Á því leikur ekki nokkur vafi eins og fram kemur m.a. í [Pfundt, 1986]. Erfitt er þó að spá fyrir um, hversu mikil fækkun óhappa að næturlagi verður. Samband öryggis og lýsingar getur verið misvísandi, svo að vanda verður allar rannsóknir. Niðurstaðan er því sú, að áhrif lýsingar á umferðaröryggi geta verið mjög jákvæð, en fara alveg niður í það að vera lítil sem engin. Á mynd 2 er gerð tilraun til að sýna þetta samband.



Mynd 2: Umferðaröryggislegur ávinningur með tilliti til þéttleika byggðar.

4. Uppfylla verður ákveðin skilyrði

Heimildir leggja áherslu á að ákveðin skilyrði skuli uppfyllt, m.a. til að viðhalda samfelldni í vegakerfinu og forðast að koma vegfarendum á óvart.

“...the overwhelming evidence is that road lighting is successful. However, the installation of lighting cannot be expected to result in a reduction in accidents if there is a major non-visual problem at any particular site.” [CIE, 1990]

“Factors to be considered in developing warrants: ... The nature of the road in terms of its hierarchical importance and its geometric standards.”
[AUS/NZ Standard 1996; CIE, 1977]

Þýskar heimildir leggja til að athuga sérstaklega hvernig óhöpp verða í hverju tilviki og reyna að draga af því ályktanir, hvort slæm birtuskilyrði kunni að valda hættu. Ef meira en 40% útafkeyrslna verða í myrkri þarf að skoða, hvort lýsingar sé þörf, [Pfundt, 1991, Anhang 3].

“Criteria for the provision of road lighting on non-freeway routes generally include a minimum traffic volume requirement. Average annual daily traffic (AADT) criterion volumes vary considerably between road authorities but typical values would be 5000 to 15.000 AADT. Other criteria such as

- a) a high night-accident rate
 - b) a night/day accident ratio of greater than 1,3 : 1
 - c) two or more lanes of moving traffic in one direction
- coupled with some form of economic analysis are adopted by most authorities.”
[AUS/NZ Standard 1996]

“In general, rural freeways need not be lit either continuously or at interchanges. The following exceptions may apply:

- a) Where there are unusual conditions such as a location with a high night-time accident record likely to be corrected by lighting.
- b) A high volume interchange exists with reduced road geometric standards.
- c) At a location where the background of illumination in the vicinity of the freeway is likely to adversely affect the visibility of motorists if lighting is not provided.”

[AUS/NZ Standard 1996]

“The Federal Highway Administration (1982, p 12-14) suggested that “*the more complex the decision required of the driver at any particular location, the more likely lighting will be of benefit. The presence of raised channelization, roadside development, and/or high degrees of curvature are good indications of the need for fixed roadway lighting.*””
[Ogden, K.W., 1997]

Óhöpp í myrkri verða ekki einungis vegna skorts á birtu, heldur einnig vegna aðstæðna að nóttu. Þannig myndi gríðarleg lýsing ekki hækka umferðaröryggi til jafns við aðstæður á björtum degi. Einnig þarf að hafa í huga, að götulýsing nægir engan veginn til að ná birtuskilyrðum að degi til. Æskilegt er að lýsa upp götu, ef mikið er um biðraðir á henni. Lýsing verður að vera meiri, ef mikið er um gangandi vegfarendur og bíla að leggja eða taka af stað. Sér í lagi þarf lýsingu á götur, sem gangandi vegfarendur þvera.

Þegar Svíar fjalla um vegi, sem lýsa mætti upp utan þéttbýlis, er þess yfirleitt krafist, að ÁDU sé a.m.k. 6000 bílar á sólarhring og þess getið um leið, að umferð gangandi og hjólandi verði að

vera mikil. Víðast annars staðar eru hærri mörk á nauðsynlega umferð. Í [CIE, 1990] er þess t.d. getið, að til greina komi að lýsa götur innanbæjar, ef ÁDU fer yfir 10 þús. bíla á sólarhing.

Niðurstaðan er því sú, að uppfylla verði ákveðin skilyrði til að rétt sé að lýsa upp vegi. Þessi skilyrði virðast vera svipuð í erlendum heimildum. Lítil árangur er almennt talinn nást með því að lýsa upp þjóðvegi utan þéttbýlis. Einungis má búast við einhverjum árangri með lýsingu, ef umferðaröryggi er verulega ábótavant í myrkri.

5. Búnaður og fyrirkomulag

Staurar við vegi með hámarkshraða 70 km/klst. eða þar yfir, verða að vera með brotflæti, til að draga eftir mætti úr alvarlegum meiðslum við ákeyslur. Þess vegna eru staurar við þjóðvegi í nágrenni þéttbýlis yfirleitt með brotflötum.

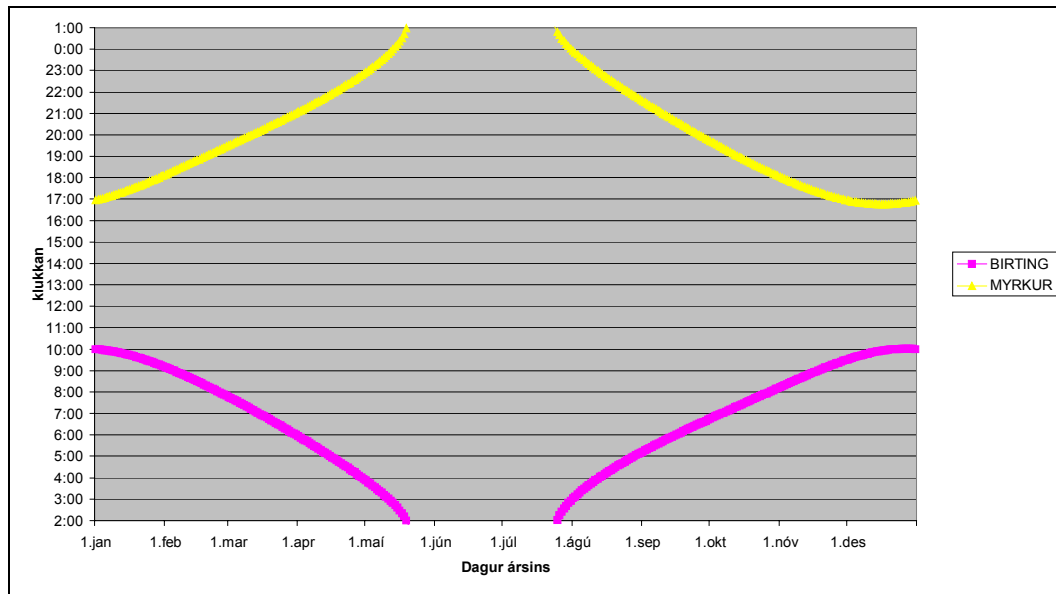
Í [CIE, 1990] er talið að tvöfalt fleiri ákeyslur séu á staura að næturlagi en á daginn. Ákeyslur á staura eru þó nokkurt vandamál á vega- og gatnakerfum. Alvarlegum slysum fækkar verulega við notkun staura með brotflæti.

Sænsk rannsókn, sem nefnd er í [TÖI, 1997] staðhæfir, að 40% íbúa virtist ekki taka eftir því, að slökkt var á 2/3 af götulýsingunni.

“Street lighting contributes to road safety on urban arterial roads, urban freeways, and in some circumstances in rural areas. However, care needs to be taken with its design, especially with the location and type of poles, as these can be a major hazard in themselves.” [Ogden, K.W., 1997]

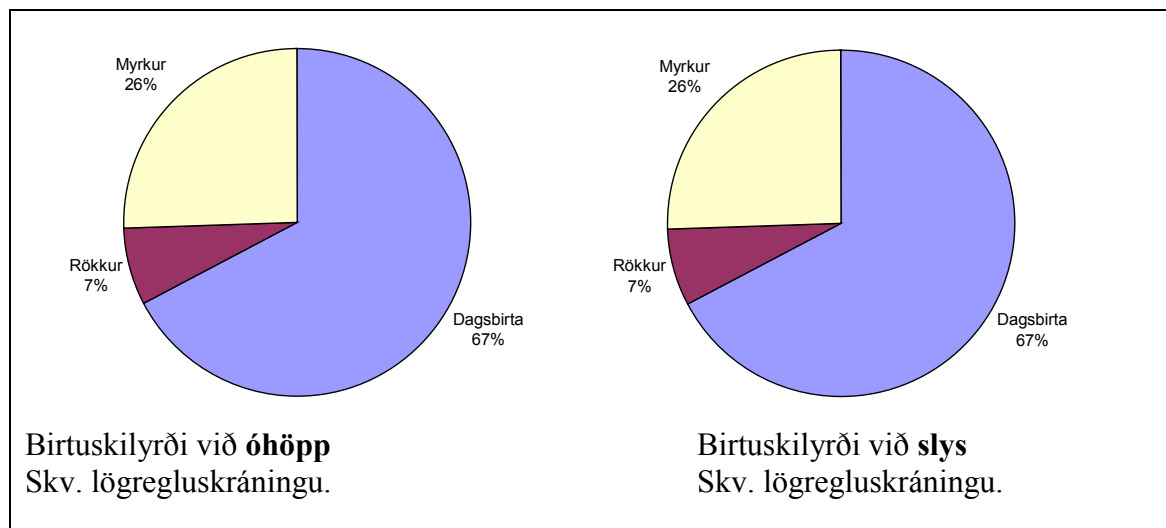
6. Birtuskilyrði við óhöpp og slys

Birtulínurit



Mynd 3: Birtutímar á Hellisheiði. Birting (neðar/rautt) og myrkur fellur (ofar/gult)

Á **Mynd 3** má sjá hvenær birtir og dimmir á Hellisheiði [Þorsteinn Sæmundsson, 2001]. Þetta er reikningslegt birtulínurit, sem sýnir þann tíma dags sem birtir og dimmir, en það miðast við að sól sé 6° undir sjóndeildarhring. Þessar upplýsingar má reikna út fyrir hvaða stað sem vera skal, og eru notaðar til að ákvarða hvort væri bjart eða myrkur þegar óhapp varð með því að samkeyra tímasetningu óhappa. Sams konar gögn liggja fyrir fyrir Reykjanesbraut í þessari skýrslu (ekki sýnt).



Mynd 4: Birtuskilyrði í óhöppum og slysum á landinu öllu skv. lögregluskráningu 1992-1999

Birtuskilyrði við slys og óhöpp haldast í hendur. Eins og sjá má af **Mynd 4**, gerast 26% óhappa og slysa í myrkri á landinu öllu skv. lögregluskráningu. [Haraldur Sigþórsson, 1995] setti fram sama hlutfall fyrir óhöpp, en 25% fyrir slys. Í sömu heimild kemur fram, að 23% óhappa gerist í myrkri samkvæmt birtulínuritum og 21% slysa, en sú athugun nær yfir árin 1992-1994, eða þrjú ár alls.

Hafa má þessar tölur allar til hliðsjónar, þegar ástandið á Reykjanesbraut og Hellisheiði er metið.

7. Dæmi I: Reynsla af lýsingu Reykjanesbrautar (frá Ásbraut að Víknavegi)

Inngangur

Umferðargögn eru fengin úr gagnabanka Vegagerðarinnar með aðstoð Auðar Þóru Árnadóttur, hraðadreifingar frá Jóni Hjaltasyni hjá Vegagerðinni og slysaögn frá Umferðarráði með hjálp Friðriks Hafbergs.

Reynslan af lýsingu Reykjanesbrautar er ekki afgerandi góð eða slæm. Ekki var unnt að sýna fram á aukið umferðaröryggi og fækkun slysa með lýsingunni [*Auður Þóra, 2001*]. Óhöppum hefur fjölgað á árunum 1997-2000 miðað við árin 1992-1995. Ef tekið er tillit til aukinnar umferðar, þá hefur orðið um lítilsháttar fækkun að ræða. Hún er þó ómarktæk. Þá hefur ákeysrslum á ljósastaura fjölgað lítillega, en lýsing var á tvennum vegamótum áður en lýst var alla leið milli Hafnarfjarðar og Keflavíkurflugvallar. Í greinargerð Auðar vantar mat á óhöppum í myrkri og birtu og þróun þeirra fyrir og eftir lýsingu. Enn fremur vantar mat á hraðadreifingu fyrir og eftir lýsingu, en getið er um þá staðreynd, að alvarlegum slysum virðist hafa fjölgað nokkuð eftir uppsetningu lýsingar. Þetta gæti verið vegna meiri hraða ökutækja. Ekki var reynt að meta, hvort lægri óhappatiðni eftir breytingu gæti verið afleiðing lýsingar eða langtímaþróun, en þess þó getið, að vetrarþjónusta hafi batnað verulega frá 1995. Þar með er gefið í skyn, að um langtímaþróun gæti verið að ræða. Þetta var athugað lítillega hér en ekki reyndist unnt að sjá brotpunkt í ferlunum, eða neina umtalsverða breytingu á árinu 1996. Engin leið er því til þess að útiloka langtímaþróun eða greina sundur áhrif bættrar vetrarþjónustu og lýsingar.

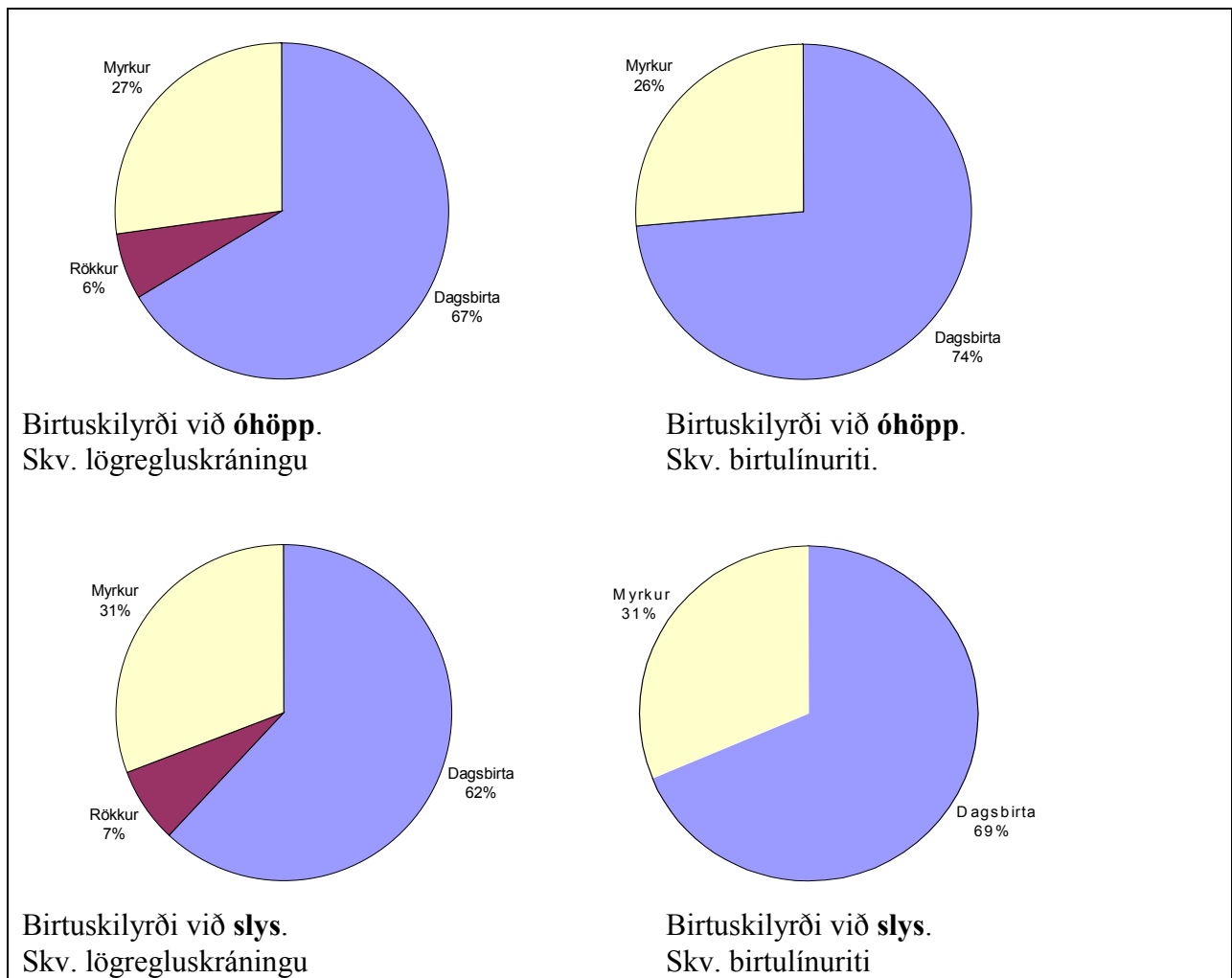
[*Haraldur Sigþórsson, 1997*] sýndi fram á, að lýsing Reykjanesbrautar orkaði tvímælis. Líkur bentu til að öllum óhöppum myndi aðeins fækka um < 5% og einungis, ef allir staurar væru með góðum brotfloti og um óaðfinnanlega framkvæmd væri að ræða. Í sömu heimild var áætlað, að um 6% allra óhappa myndu fela í sér að keyrt yrði á staur eftir lýsingu og gæti það verið nokkurn veginn sama prósentu og gróðinn vegna betri birtuskilyrða (skyggnis). Ávinningur til öryggis í umferðinni yrði því í besta falli lítill. Uppsetningu staura er sums staðar ábótavant; brotflötur stauranna er ofar en yfirborð götunnar og afleiðingar ákeysrslna geta því orðið mun alvarlegri en ella, þegar ekið er á stubbinn neðan við brotflöt. Lýsing var því ekki talin vera mikið öryggisatriði á Reykjanesbraut.

Hraðadreifing umferðarinnar var skoðuð 3 ár fyrir og 3 ár eftir uppsetningu lýsingar. Niðurstaðan var sú, að frjáls hraði á brautinni² hafði aukist um 2 km/klst. Þessi aukning var þó ómarktæk. Mælingar yfir vetrarmánuðina desember, janúar og febrúar, virtust gefa lægri tölur (um 2-3 km/klst.) en voru ekki teknar með í úrvinnslunni að öðru leyti, enda einungis mælt einn vetur.

Í norskrum heimild [*TÖI, 1997*] er getið um 3% aukningu meðalhraða eftir lýsingu. Þetta gildir bæði um beina kafla og beygjur. Hraði jókst þó heldur meira á beinum köflum. Þess er einnig getið að rannsóknin hafi virst gefa í skyn minni einbeitni hjá öikumönnum, ef þeir keyra eftir upplýstum vegi.

Raunverulegt öryggi (d. sikkerhed) og öryggistilfinning (d. tryghed) eru mikilvægir þættir, þegar leggja skal mat á áhrif lýsingar. Meðalhraði eykst oft eftir lýsingu, því öikumenn fá falska öryggistilfinningu. Þetta getur valdið alvarlegri óhöppum og slysum.

² Frjáls hraði er hraði ökutækja, þegar önnur umferð er ekki talin trufla, eða hraði fremstu bifreiðar ef ekið er í "lest".



Mynd 5: Skipting óhappa og slysa á Reykjanesbraut eftir birtuskilyrðum (lögregluskráning og birtulínurit) 1992-1999.

Óhöpp og slys

Skv. lögregluskýrslum verða 27% óhappa í myrkri en 31% slysa og birtulínurit 26% óhappa og 31% slysa. Til samanburðar má skoða meðaltal fyrir allt landið, 26% óhappa gerast í myrkri skv. lögregluskráningu. Slys verða skv. lögregluskýrslum 26% í myrkri (sjá mynd 4).

Niðurstaðan er því sú, að lítill munur er á skiptingu í myrkur og birtu, eftir því hvort notuð eru gögn lögreglu eða birtulínurit. Síðarnefnda aðferðin er þó tölfræðilega markvissari, því hún er reikningsleg og byggir á raunverulegri sólarhæð (e. objective), en hin aðferðin byggir á persónulegu mati skráningaraðila hverju sinni (e. subjective).

Ennfremur virðist ástandið á Reykjanesbraut vera svipað og á landinu öllu hvað varðar birtuskilyrði við óhöpp á þessu tímabili. (1992-1999).

Breyting á umferðaröryggi við lýsingu

Í eftirfarandi töflu má sjá árlegan fjölda óhappa fyrir og eftir breytingu:

Árlegur fjöldi óhappa fyrir og eftir lýsingu				
tímabil	í myrkri	í birtu	alls	% í myrkri
FYRIR (92-95)	13	29	42	31%
EFTIR (97-00)	8	22	30	27%

Þetta virðist benda til þess að hlutfallið í myrkri hafi farið lækkandi, en ekki er um sérstakan brotpunkt árið 1996 að ræða. Þetta gefur þó tilefni til að ætla, að lýsing kunni að hafa gagnast eitthvað til að fækka óhöppum í myrkri. Óhöppum í birtu fækkar einnig milli tímabila.

Bent skal á, að hér er ekki reiknuð tíðni óhappa, en m.v. að umferð hafi aukist um 20% á 5 árum (4% árleg aukning að jafnaði skv. umferðartölum sl. 20 ár), virðist hlutfallsleg fækkun enn meiri.

Reiknað er hve miklu öruggari Reykjanesbraut virðist vera eftir lýsingu. Gjarnan er reiknað viðmiðunarhlutfallið r , og breytingin svo í framhaldinu.

$$r = \frac{a * b}{c * d} \quad [CIE 1990; Jactett 1996]$$

þar sem:

a = óhöpp í myrkri eftir lýsingu

b = óhöpp í birtu fyrir lýsingu

c = óhöpp í birtu eftir lýsingu

d = óhöpp í myrkri fyrir lýsingu

Þegar r er fengið fæst að fækkun óhappa í prósentum er: $(1-r)*100\%$. Þá kemur út að fækkun óhappa er 18,9%.

Viðurkennt tölfræðilegt marktækispróf (Chi-kvaðrat) sýnir þó að breytingin er ekki marktæk miðað við 95% líkur, en vísbendingin er þó til staðar.

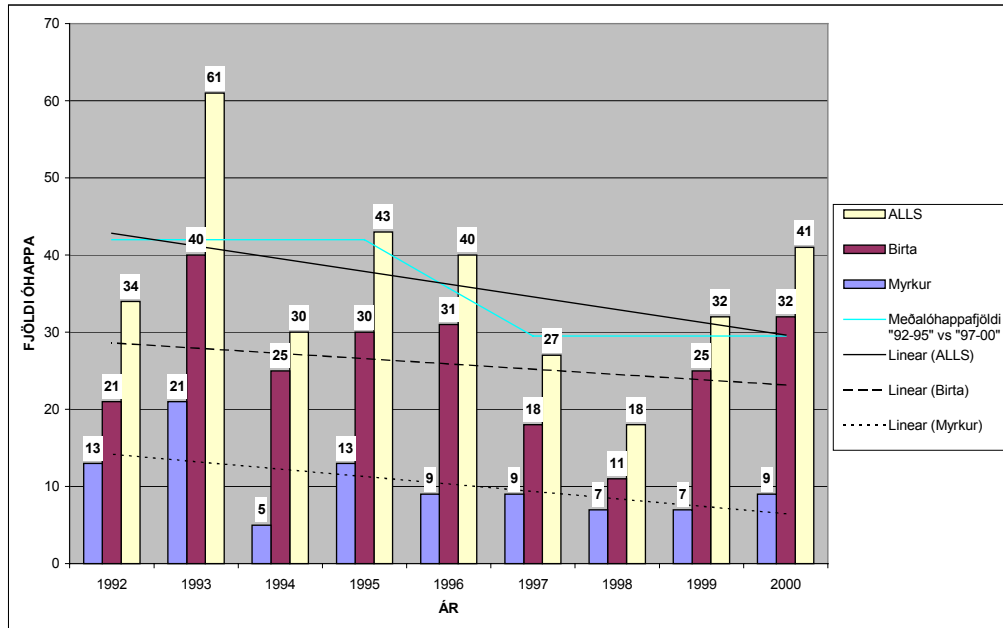
Sama var gert fyrir slysin en í eftirfarandi töflu má sjá fjölda slysa fyrir og eftir breytingu:

Árlegur fjöldi slysa fyrir og eftir lýsingu				
Tímabil	í myrkri	í birtu	alls	% í myrkri
FYRIR (92-95)	6	10	16	37%
EFTIR (97-00)	4	7	12	37%

Athygli vekur að hlutfall slysa í myrkri er það sama fyrir og eftir lýsingu.

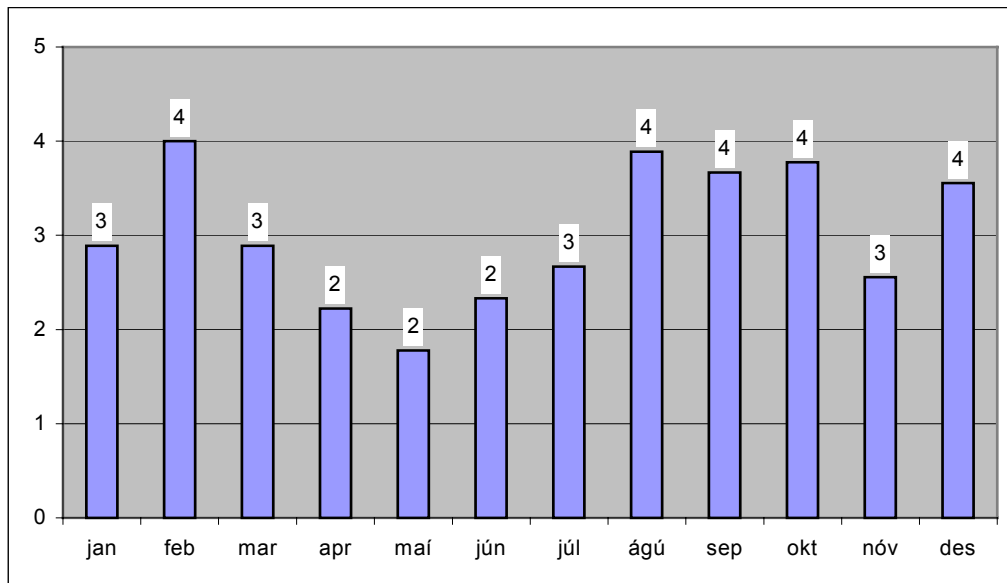
Ekki er unnt að sjá tölfræðilega marktækan mun á umferðaröryggi fyrir og eftir lýsingu, þótt tilhneiging virðist nokkur í átt fækkunar. Um gæti verið að ræða langtímaþróun, sem stafaði af ýmiss konar lagfæringum á brautinni á tímabilinu (lagning klæðningar á axlir, stefnugreining) ásamt verulega bættri vetrarþjónustu. Engu að síður má segja að margt bendi til þess að ástandið hafi skánað í myrkri. Átak hefur verið gert með formlegum hætti og mætti þar nefna eftirminnilegar eftirlíkingar af lögregluþjónum sem hlutu miður góða dóma. Eftirlit á brautinni hefur aukist og má búast við að það hafi fækkað slysum. Gerður var samningur þeirra lögreglustjóra sem hafa eftirlit á Reykjanesbraut um aukna löggæslu árið 2000. Benda má á, að verulegum viðbótarárangri mætti ná með því að auka umferðareftirlit enn frekar.

Þróun umferðaröryggis og –magns



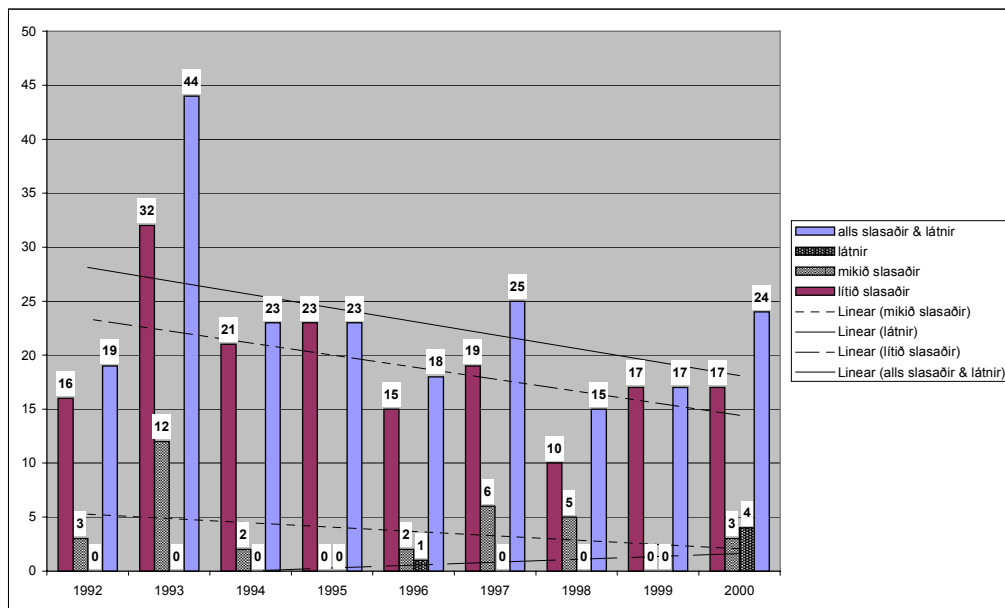
Mynd 6: Óhöpp á Reykjanesbraut 1992-2000.

Óhöppum í heild virðist fara fækkandi á Reykjanesbraut, sem og óhöppum í birtu og myrkri. Fækkun virðist hafa verið ívið meiri í myrkri en birtu, en ekki er það afgerandi. Fækkunin er þó innan tölfræðilegra skekkjumarka, fyrir utan óhöpp í myrkri árið 1993 sem voru allmörg.



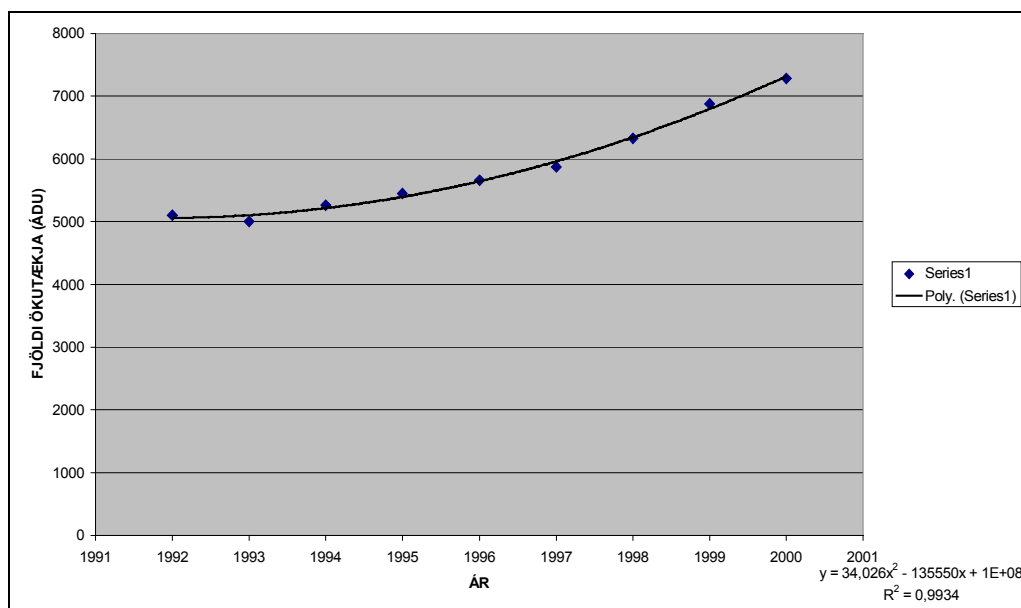
Mynd 7: Fjöldi óhappa í meðalmánuði árinna á Reykjanesbraut 1992 til 2000.

Meðalfjöldi óhappa fyrir hvern mánuð sést á **Mynd 7**, og er meðalfjöldinn 3 fyrir hvern mánuð á níu ára tímabilinu 1992 – 2000. Öryggismörkin (95%) eru 0-6 óhöpp, sem felur í sér að sveiflur eru innan tölfræðilegra viðmiðunarmarka. Nokkuð jöfn umferð er enn fremur á Reykjanesbraut yfir árið.



Mynd 8: Fjöldi slasaðra og látinna á Reykjanesbraut árin 1992 til 2000.

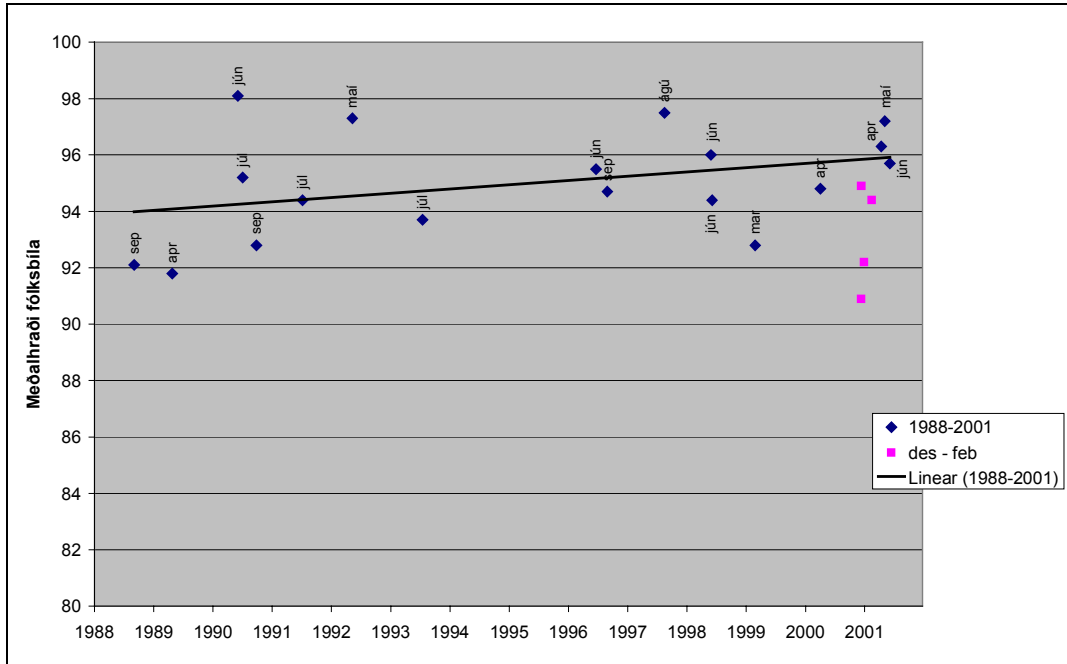
Mynd 8 sýnir fjölda slasaðra og látinna á Reykjanesbraut á tímabilinu 1992-2000. Þar má sjá að fjöldi látinna og mikið slasaðra helst jafn til lengri tíma lítið, en mikið er um sveiflur í fjölda og sum árin sýnilega verri en önnur. Fjöldi lítið slasaðra fer minnkandi. Sé miðað við **Mynd 6** má sjá að fjöldi slasaðra helst í hendur við fjölda óhappa, sem fer eins og fyrr segir heldur fækkandi. Krítískur þáttur varðandi meiðsl á fólki er umferðarhraði. Tíðni óhappa með meiðslum (þ.e. slysum) hækkar í veldisfalli m.t.t. aukins ökuhraða.



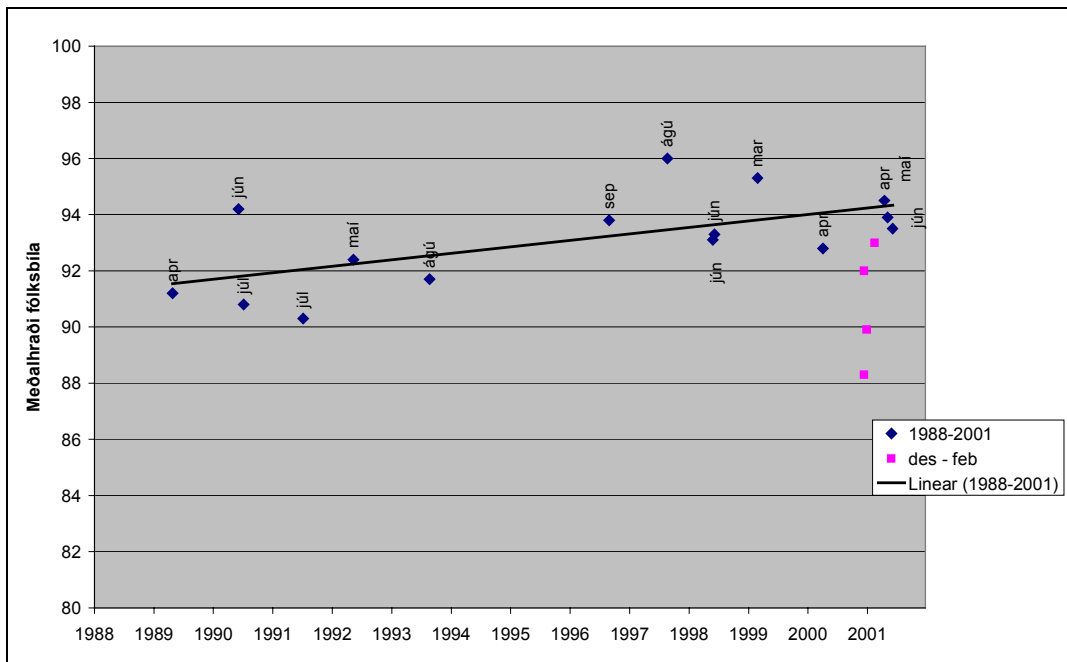
Mynd 9: Umferð á Reykjanesbraut 1992-2000.

Á **Mynd 9** má sjá þróun umferðarmagns á Reykjanesbraut (Strandarheiði). Undanfarnin 20 ár eða svo hefur árleg aukning verið um 4% að jafnaði.

Ökuhraði

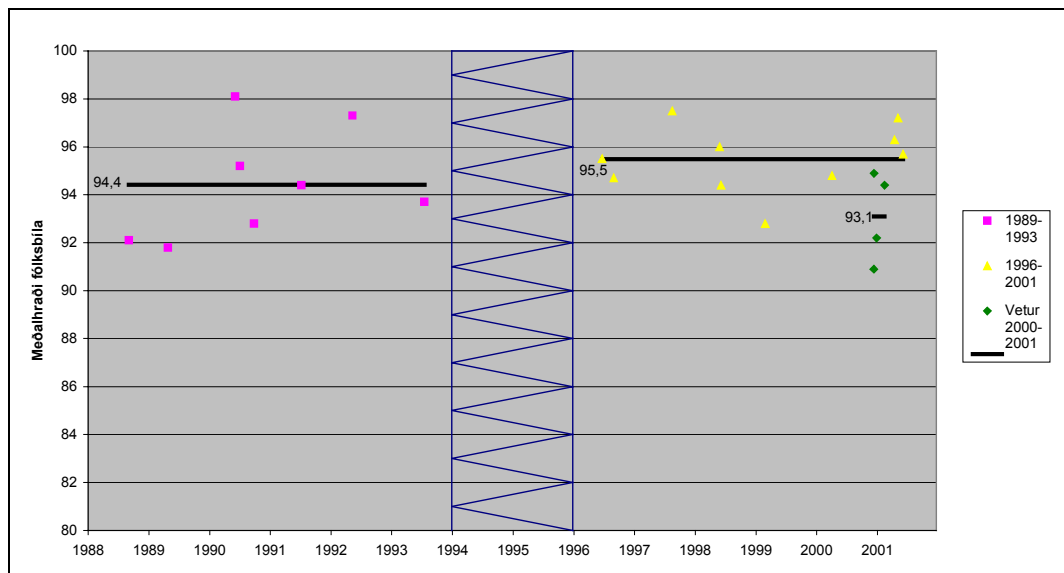


Mynd 10: Meðal frjáls hraði fólksbíla á Strandarheiði, 8,8 km vestan við Vatsleysustrandarveg.

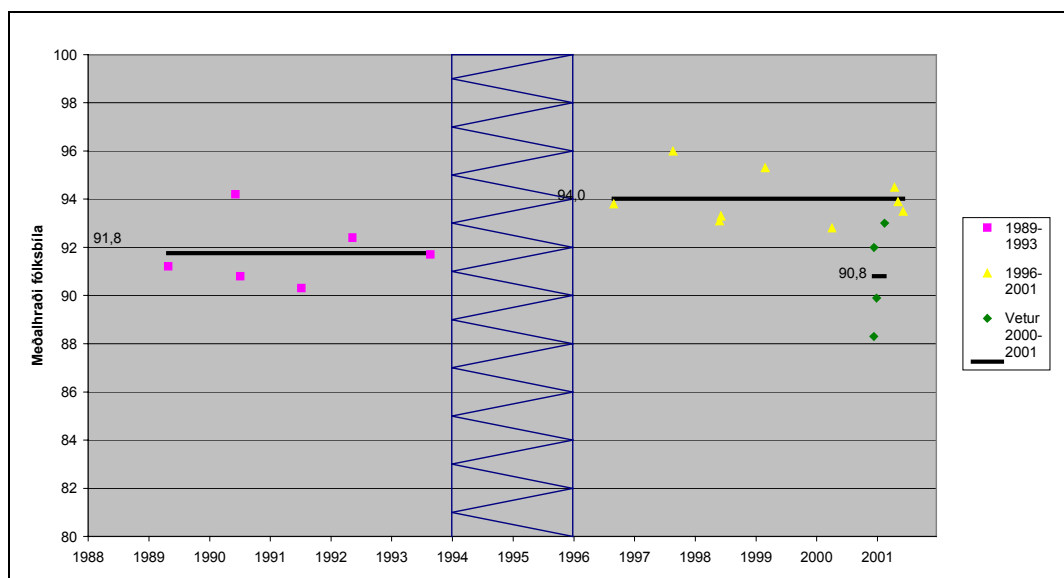


Mynd 11: Meðal frjáls hraði fólksbíla við Vogastapa, 2 km vestan við Grindarvíkurveg.

Mynd 10 og Mynd 11 gefa sterklega í skyn að hægur stígandi hefur verið í frjálsum ökuhraða fólksbíla á Reykjanesbraut.



Mynd 12: Meðal frjáls hraði fólkabíla á Strandarheiði, 8,8 km vestan við Vatsleysustrandarveg.



Mynd 13: Meðal frjáls hraði fólkabíla við Vogastapa, 2 km vestan við Grindarvíkurveg.

Skoðuð eru tímabilin fyrir og eftir árið 1996 (árið sem lýsingin var sett upp). Meðalhraði er reiknaður fyrir bæði tímabilin, og má sjá mun á milli tímabila. Mælingar vetrarmánuðina (2000-2001) sýndu lægri hraða og voru settar í sérstakan flokk. Sjá má, að meðal frjáls hraði hefur aukist, þótt munurinn sé minni á Strandarheiði. Breytingin er þó innan tölfræðilegra óvissumarka. Eins gæti verið um langtímaþróun að ræða.

Ákeyrslur á ljósastaura

Ef litið er til gagna um hve oft var ekið á ljósastaura (óhappagögn) og hve oft var skipt um þá (rekstrargögn Vegagerðarinnar) fæst eftirfarandi:

	meðalfjöldi á ári 1993-95	meðalfjöldi á ári 1997-99
Ekið á staur	4 óhöpp	7 óhöpp
Skipt um staur	1 staur	11 staurar

Árlegum fjölda óhappa, þar sem skráð var að ekið væri á staur, fjölgaði úr 4 í 7 eftir að lýsing var sett á alla Reykjanesbraut. Þetta er nokkuð minna en ætla mætti, enda fjölda staura meðfram brautinni varla saman að líkja “fyrir og eftir”. Samkvæmt gögnum frá rekstrardeild Vegagerðarinnar var skipt árlega um einn staur á ári fyrir lýsingu allrar brautarinnar, en ellefu árlega eftir 1996. Velta má fyrir sér þessu misræmi, en ekki ólíklegt að gögn Vegagerðarinnar séu áreiðanlegri hvað þetta varðar. Minniháttarákeyrslur á ljósastaura eru e.t.v. ekki alltaf tilkynntar til lögreglu.

Eins skal litið til smæðar þessa úrtaks m.t.t. tölfræðilegrar nákvæmni. Engu að síður er hér vísbending um skemmdir og óhöpp er tengjast ljósastaurum, en með þessu ætti að fylgjast vel í framtíðinni.

8. Dæmi II: Umræða um lýsingu Suðurlandsvegur yfir Hellisheiði (frá gatnamótum við Breiðholtsbraut að hringtorgi við Hveragerði)

Inngangur

Þegar lýsa á upp fjallveg verður að taka tillit til slæmra veðurskilyrða, snjókomu og lítils skyggnis. Líkur benda til, að veglýsing myndi einungis lýsa upp snjókófið fyrir framan bílinn og þar með gera ástandið enn verra fyrir ökumanninn. Viðhald og rekstur eru einnig vafalítið dýr atriði í þessu tilviki. Taka þyrfti óvenju mikið tillit til vindafars og snjóalaga við lýsingu Hellisheiðar. Það er mat höfunda, að upplýstar stikur við vegbrúnir myndu gera meira gagn heldur en hefðbundin götulýsing.

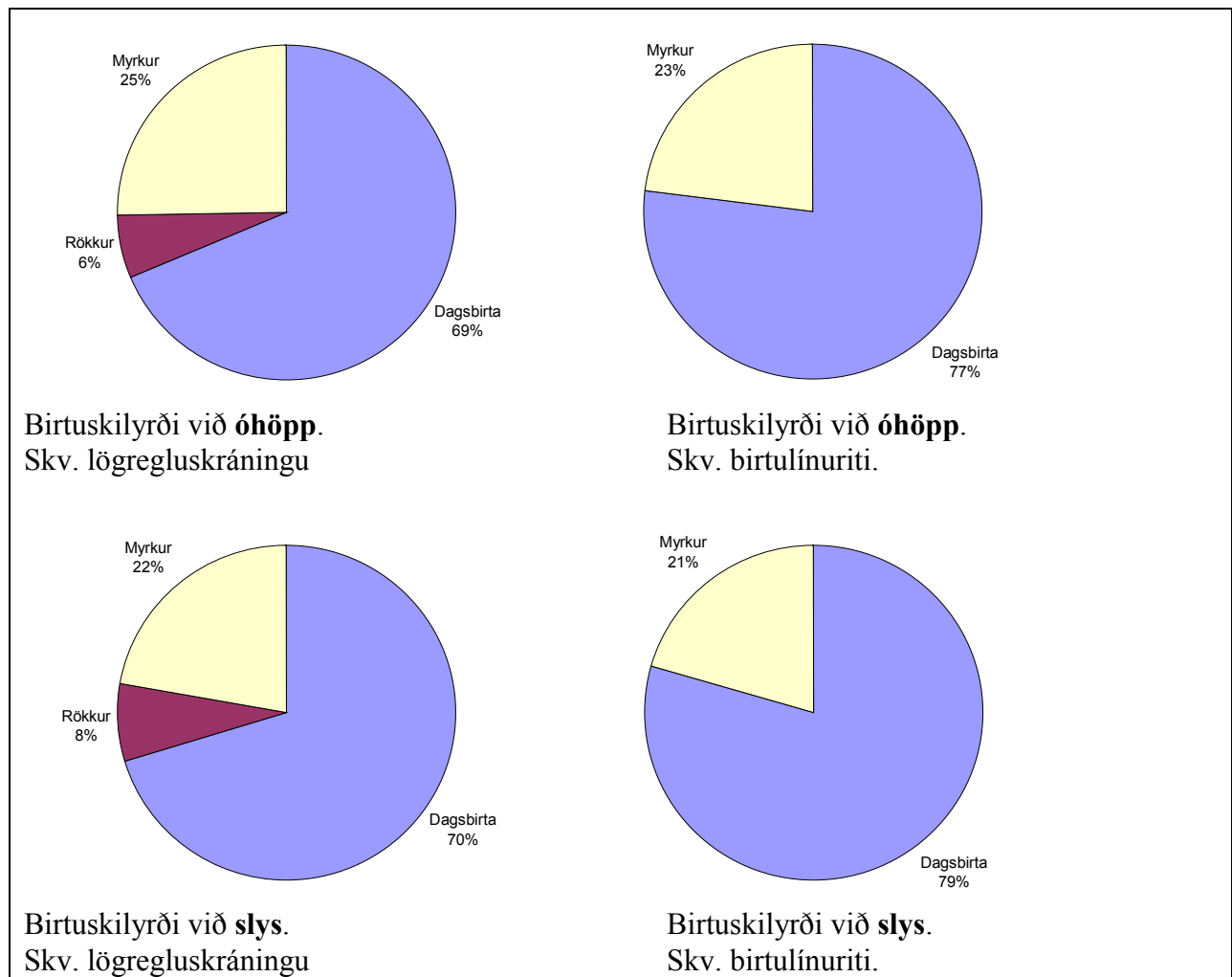
Samanburður Reykjanesbrautar og Hellisheiðar með tilliti til lýsingar er varasamur, enda eðli þessarra vega ólíkt að verulegu leyti.

Reykjanesbraut er á láglendi, hefur nokkuð jafna umferð yfir vikuna og yfir árið og er tenging milli íbúðar- atvinnusvæða, en einnig tenging við alþjóðaflugvöll.

Hellisheiði er í eðli sínu fjallvegur, umferð miklum mun meiri yfir sumartímamann og sveiflur milli virkra daga og helga einnig mikil, en er eins og Reykjanesbraut tenging milli íbúðar- og atvinnusvæða allt árið um kring.

Hellisheiði mun ekki uppfylla mörg skilyrði, sem venja er að krefjast, til að vegir séu upplýstir. Leiðin er fjallvegur, sem þýðir, að vegurinn hefur öll einkenni dreifbýlis. Fjöldi næturóhappa er ekki nægur til að skilyrði um lýsingu séu uppfyllt. Skv. lögregluskýrslum verða 25% óhappa í myrkri en 22% slysa. Birtulínurit gefa 23% óhappa og 21% slysa. Þetta er heldur lægra en meðaltal landsins alls. Þá má benda á, að óhöppum og slysum í myrkri virðist hafa farið fækkandi á Hellisheiði að undanförmu (**Mynd 15**) en tilhneigingin er þó mjög veik. Skilyrði um fjölda gangandi vegfarenda, tenginga og gatnamóta eru augljóslega ekki uppfyllt. Lýsing Hellisheiðar myndi ekki samræmast kröfum um samfelldni vegakerfisins. Skilyrði um umferðarmagn er ekki uppfyllt. Fátt virðist því í fljótu bragði mæla með lýsingu þjóðvegarins yfir Hellisheiði.

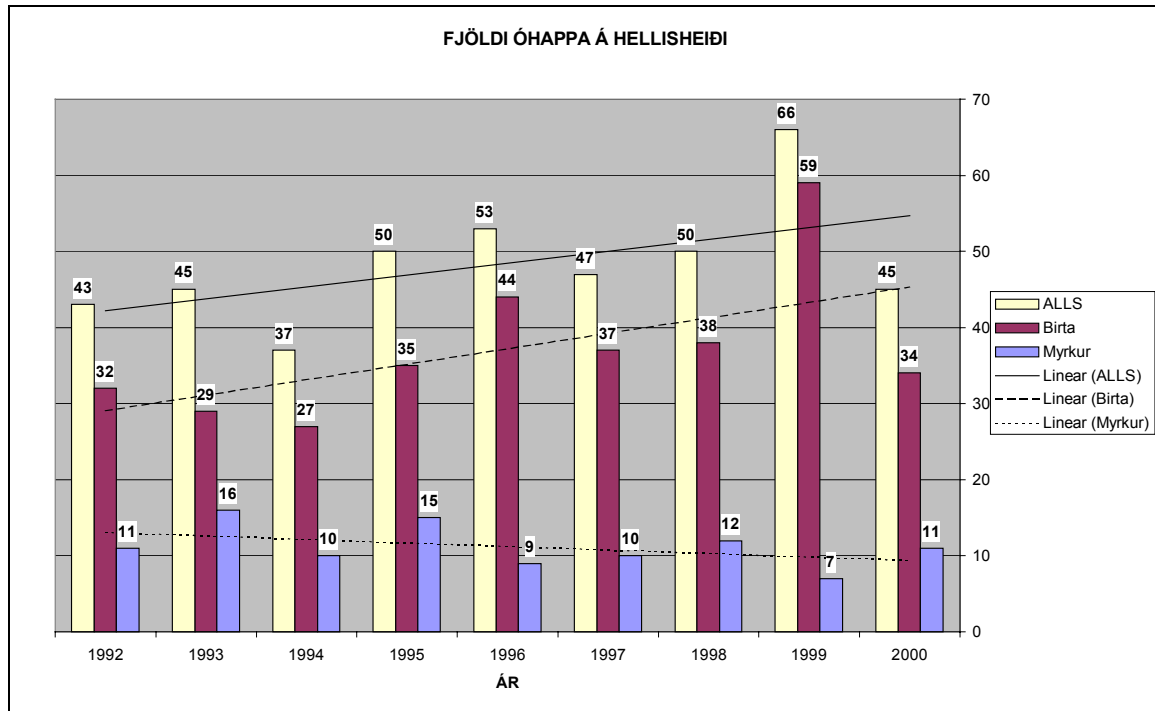
Hér á eftir eru skoðaðir ýmsir þættir varðandi hugsanlega lýsingu Hellisheiðarinnar, en við það voru notaðar upplýsingar um hraðadreifingu frá Vegagerðinni og slysaögn frá Umferðarráði. Jón Hjaltason (Vg) og Friðrik Hafberg voru höfundum innan handar með þessi gögn.



Mynd 14: Skipting óhappa og slysa á Hellisheiði eftir birtuskilyrðum (lögregluskráning og birtulínuriti) 1992-1999.

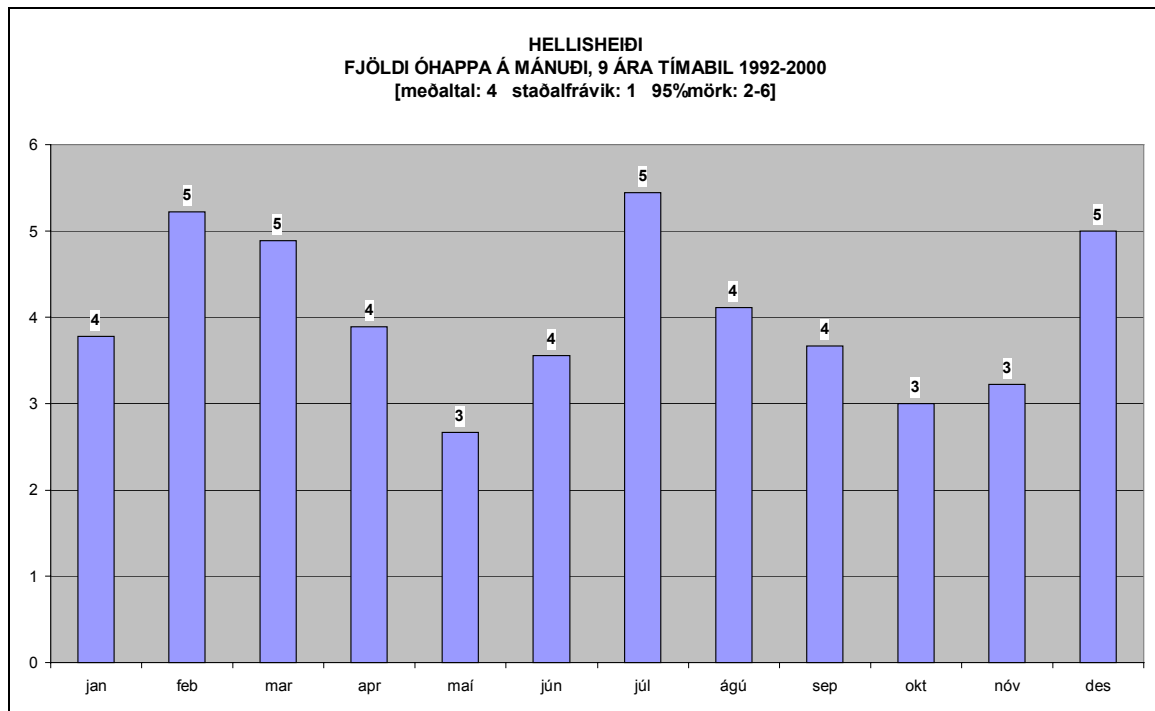
Hér er athyglisvert að bera saman tölur frá Hellisheiði og fyrir landið allt (**Mynd 4**) og Reykjanesbraut (**Mynd 5**). Hlutfall óhappa og slysa í myrkri á Suðurlandsvegi yfir Hellisheiði er heldur lægra en landsmeðaltalið og samskonar meðaltal á Reykjanesbraut.

Þróun umferðaröryggis og –magns



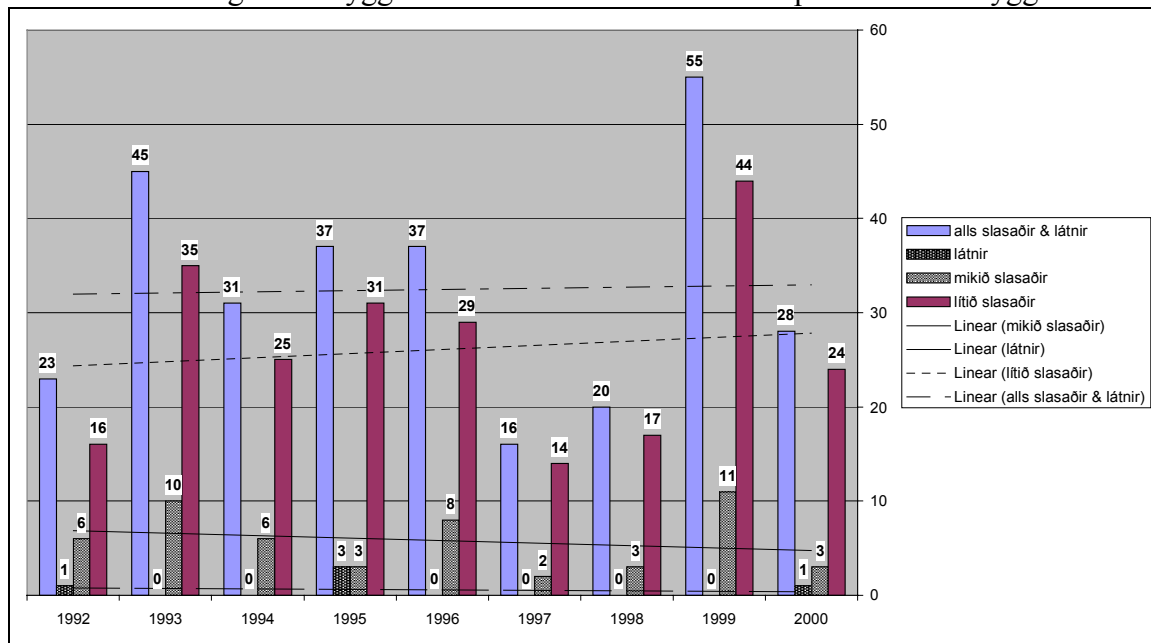
Mynd 15: Fjöldi óhappa á Hellisheiði 1992-2000.

Mynd 15 sýnir fjölda óhappa á tímabilinu 1992-2000. Óhöppum er enn fremur skipt á myrkur og birtu skv. birtulínuritum. Athyglisvert er að sjá að óhöppum í myrkri virðist fækka en óhöppum í birtu fjölga. Engin bein skýring virðist vera á þessari þróun, nema ef vera skyldi að hið síðarnefnda fylgi aukinni umferð, enda meðalaukning óhappa í björtu (og alls) svipuð og umferðaraukningin. Ekki er þó þróunin strangt til tekið tölfræðilega marktæk m.v. 95% kröfur. Svipaða þróun má sjá í fjölda slasaðra (**Mynd 17**).



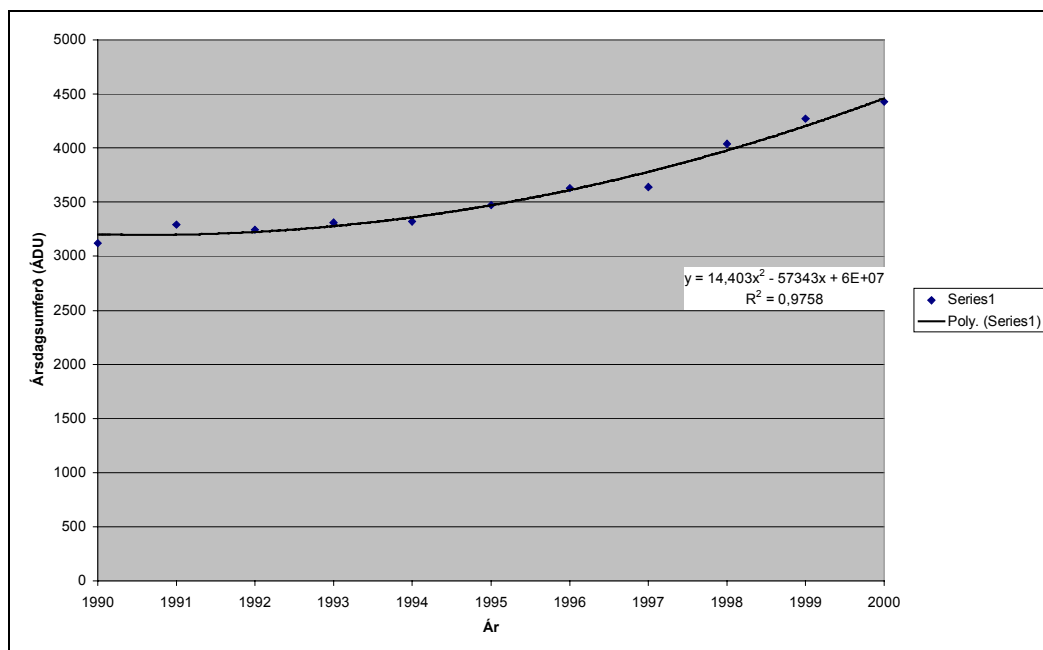
Mynd 16: Fjöldi óhappa á mánuði á Hellisheiði 1992-2000.

Mynd 16 sýnir hvernig fjöldi óhappa á Hellisheiðinni skiptist milli mánaða á athugunartímabilinu. Hærrí gildi virðast vera á sumrin og veturna heldur en á vorin og haustin. Skýringu í því er e.t.v. að leita í erfiðari aðstæðum að vetri og meiri umferð að sumri. Meðaltalið er 4 og 95% öryggismörkin eru 0 - 8. Sveiflan er því öll innan öryggismarkna.



Mynd 17: Fjöldi slasaðra og látinna á Hellisheiði 1992-2000

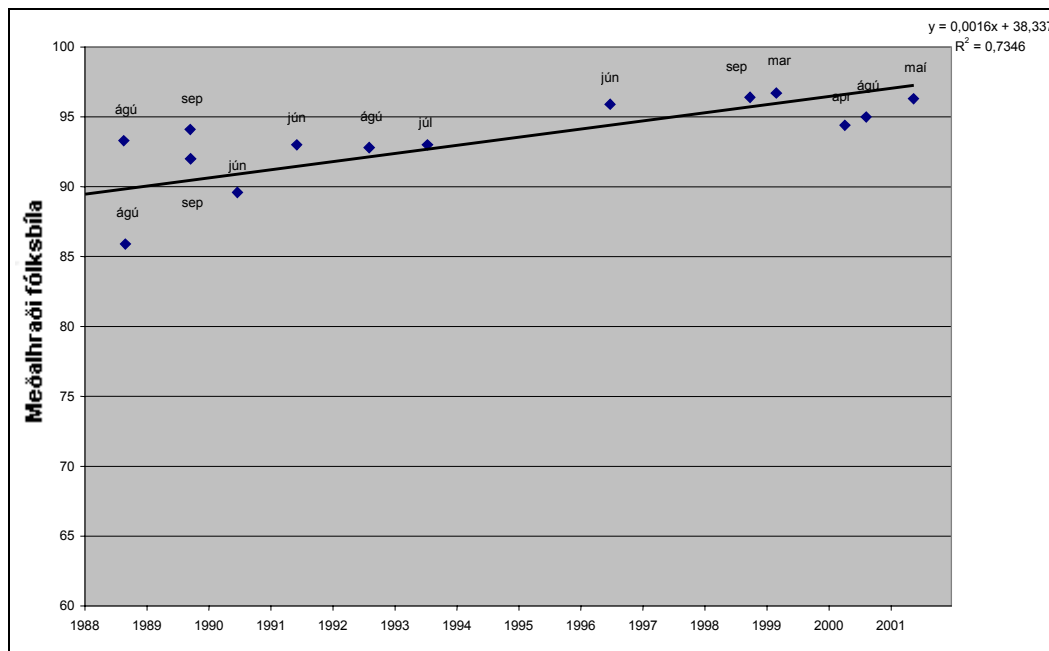
Fjöldi lítið slasaðra fer vaxandi en fjöldi mikið slasaðra og látinna stendur í stað á Hellisheiðinni og/eða er innan tölfræðilegra óvissumarkna.



Mynd 18: Umferð á Hellisheiði 1992-2000.

Umferð á Hellisheiði hefur farið ört vaxandi hin síðari ár, um 4,5% á ári. Er þar vafalítið að leita fanga í aukinni umferð almennt (3-4% á landsvísu) auk þess sem tvöföld búseta og tíðar ferðir milli vinnu/heimilis og heimilis/orlofsbústaða og ferðalaga almennt er talin hafa aukist nokkuð undanfarin ár.

Ökuhraði



Mynd 19: Meðal frjáls hraði fólkubíla við Orrustuhólshraun 1979-2001.

Eins og sjá má á **Mynd 19** er mikil aukning á frjálsum hraða á þessu tímabili og er hann nú 96 ± 2 km/klst, eða svipaður og á Reykjanesbraut.

9. Samantekt

Skóðaðar voru ýmsar erlendar heimildir um veglýsingu og áhrif hennar á umferðaröryggi. Almennt má segja, að lýsing gatna innan þéttbýlis auki umferðaröryggi. Þessi áhrif eru alls ekki jafn skýr fyrir vegi í dreifbýli.

Uppfylla verður ýmis skilyrði til að lýsa upp veg. Þau eru margs konar: Ákveðið hlutverk vegarins, umferðarþungi, skortur á umferðaröryggi í myrkri (hvað varðar mikinn fjölda óhappa, alvarleg slys og hlutfall óhappa í myrkri miðað við birtu), fjöldi gangandi og hjólandi vegfarenda, fjöldi vegamóta og tenginga og arðsemi framkvæmdarinnar.

Hér hafa tvö dæmi verið skoðuð með tilliti til umferðaröryggis, umferðar og ökuhraða. Gögn um umferðaröryggi fengust úr gagnagrunni Umferðarráðs til og með árinu 2000. Auk þess var hugsanlegur ávinningur af lýsingu Reykjanesbrautar skoðaður sérstaklega. Í ljós kom, að ávinningur í myrkri er lítill og ómarktækur. Nokkrar ákeyrslur hafa orðið á staura.

Þau dæmi sem hér voru skoðuð, Reykjanesbraut milli Hafnarfjarðar og Reykjanesbæjar og Suðurlandsvegur yfir Hellisheiði uppfylla ekki hefðbundin skilyrði til að lýsa eigi vegina upp. Reykjanesbrautin er þó skár fallin til lýsingar en Hellisheiðin. Ekki er hægt að búast við neinum ávinningi við lýsingu Suðurlandsvegur yfir Hellisheiði.

Hér er mælt með því, að vegkaflar í dreifbýli verði ekki lýstir upp. Hins vegar má huga að því að lýsa upp einstaka vegamót, ef ákveðnum skilyrðum er náð:

- Umferðaröryggi (öll skilyrðin verða að vera uppfyllt):
 - fjöldi óhappa er yfir meðallagi miðað við sambærileg vegamót
 - alvarleiki í slysum er yfir meðallagi
 - hlutfall óhappa í myrkri miðað við í birtu er yfir meðallagi
- Umferðarmagn er yfir 5000 bílar á sólarhring inn í gatnamót.
- Arðsemi í formi fyrsta árs rentu (FÁR, enska FYRR) er stærri en 1,0.

Þannig mætti e.t.v. huga að því, hvort rétt væri að lýsa upp Þrengslavegamót, þótt ekki sé hægt að mæla með því að kaflarnir í kring verði lýstir upp.

Heimildir

Auður Þóra Árnadóttir: *Samanburður á ákveðnum köflum á Suðurlandsvegi, Vesturlandsvegi og Reykjanesbraut með tilliti til umferðaröryggis*, Vegagerðin, september 2000.

Auður Þóra Árnadóttir: *Samanburður á fjölda umferðaróhappa á Reykjanesbraut milli Hafnarfjarðar og Keflavíkur á tveimur tímabilum*, Vegagerðin, apríl 2001.

Australian / New Zealand Standard: *Road Lighting*, AS/NZS 1158.1.3. draft, mars 1996.

Canel, Annie. *Light Condition and Safety on Highways*, Traffic Safety on three Continents, 11th International Conference, Pretoria, South Africa, 2000.

CIE: *Recommendations for the Lighting of Roads for motorized Traffic*, No 12-2 (TC-4.6), París Frakkland, 1977.

CIE: *Road Lighting as an Accident Countermeasure*, technical report final version, september 1990.

Haraldur Sigþórsson, Stefán Agnar Finnsson: *Samband veðurfars og umferðaröryggis á Reykjanesbraut*, Reykjavík, ágúst 1996.

Haraldur Sigþórsson, Stefán Agnar Finnsson: *Traffic Accidents and weather on the Airport Road, Reykjanesbraut*, Nordic Road & Transport Research, No 1, 1997.

Haraldur Sigþórsson. *Áhrif birtu á óhappa- og slysiðni. Óupplýstir þjóðvegir á Íslandi*. Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar ásamt höfundum, Reykjavík, 1995.

Haraldur Sigþórsson: *Accident rates in daylight, darkness and twilight*, Nordic Road & Transport Research, No 1, 1996.

Haraldur Sigþórsson: *An Investigation into the effect of Observer Position in Road Lighting Calculations*, Wellington, New Zealand, apríl 1998.

Haraldur Sigþórsson: *Tími götulýsingar á Íslandi*, unnið fyrir Vegagerðina, janúar 1997.

Jackett, M.J.: *Accident Savings from Road Lighting in New Zealand*, Proceedings Roads 96 Conference, Part 5, 1996.

Jón Hjaltason: *Hraðamælingar Vegagerðarinnar á Reykjanesbraut og Hellisheiði*, tölvutæk gögn Vegagerðarinnar, 2001.

New Zealand Standard: *Code of Practice for Road Lighting*, NZS 6701, september 1983.

Nordgård, Geir-Ove, Trafikkteknisk kontor, *Vegbelysning i spredtbebyggelse*, júlí 2001.

Ogden, K.W.: *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering*, Avebury Technical, Melbourne Australia, 1997.

Pfundt, Konrad, et.al: *Beiträge zur Strassenbeleuchtung und zum Nachtbetrieb von Lichtsignalanlagen*. Mitteilungen der Beratungsstelle für Schadenverhütung, Nr. 28. Verband der Haftpflichtversicherer, Unfallversicherer, Autoversicherer e.V. Köln, 1986.

Pfundt, Konrad: *Handbuch der verkehrssicheren Strassengestaltung*, Verkehrsblatt-Verlag, Þýskaland, apríl 1991.

Rögnvaldur Jónsson: *Vetrarþjónusta og umferðaröryggi*, erindi á Vetrarráðstefnu 2000, Vegagerðin, mars 2000.

Starby, Lars: *Handbók um lýsingartækni*, Iðnskólaútgáfan, Reykjavík, 1986.

TÖI: *Trafikksikkerhetshaandbok*, 1.18 *Vegbelysning*, bls. 219, Osló 1997.

Vinnustofan Þverá: *Reykjanesbraut öryggisáttak*, febrúar og mars 1995.

Þorsteinn Sæmundsson: *Ýmis birtulínurit*, 2001.

Ýmsar munnlegar heimildir og íslenskar blaða- og tímaritsgreinar.

Þá er Umferðarráði, Erni Þorvarðarsyni og Friðriki Hafberg kærlega þökkun veitt aðstoð.

Viðauki

Road Lighting – An overview of principles and best practice.

Driving at night:

The driving task is highly visual. Lack of visual cues for a driver, even those which may seem quite minor, can lead to accidents. At night the visual information available to drivers is severely restricted and this is one reason why the night time accident rate is generally several times greater than the daytime rate.

Seeing at night relies on contrast. Contrast will exist between an illuminated road surface and a darker less well illuminated object on the road, also known as silhouette vision. The reverse can also occur when vehicle head lights illuminate objects which are then seen bright against the dark road surface. This is called, reverse silhouette. Both play a role in night time safety.

Headlights or Road Lighting:

The two common lighting systems providing vision at night are;

1. Vehicle headlights: Each vehicle, by law, carries its own lighting system. Headlights help identify the location of vehicles and illuminate objects in the path of the vehicle.

A weakness of vehicle headlights is that the headlight beam lies close to the viewing angles of opposing traffic. Strong light sources close to where the eye is scanning causes a veiling luminance in the eye, reducing contrast and the ability to see. The light distribution from “dipped” headlight beams is restricted to help counter the effects of glare but in doing so limits the availability of light in all parts of the scene.

2. Road Lighting: The geometry of road lighting is more conducive to providing a good visual conditions. The light source in road lighting is suspended above the direct view of motorists so that glare can be controlled much more readily. Unlike vehicle headlights, road lighting achieves visibility by illuminating the surface of the road more than objects on the road. Objects are typically seen in dark outline, silhouetted against the bright background of the road.

Road lighting can improve visual conditions for both pedestrians and vehicles. The visual information needs of pedestrians walking at 5 km/h are quite different to those of motorists travelling at 50 km/h. While lighting levels provided for motor vehicle safety will invariably provide sufficient light for pedestrians the reverse is not true. Lighting designed for pedestrians will do little for the safety of vehicle traffic and can even detract from road safety if glare is not properly controlled.

As the site under consideration is rural, with few or no pedestrians, the remainder of this discussion will be confined to the aspect of road lighting that delivers road safety.

Criteria for Good Road Lighting: To provide good visual conditions and reduce accidents road lighting needs to deliver;

- a uniformly lit, bright, road surface
- control on the glare from road lighting.
- illumination on the road surrounds so that drivers have some visibility beyond the immediate roadway.

Within the range 0.5 to 2.0 candelas per square metre the more light provided the greater will be the accident reduction. However the law of diminishing returns applies and it is difficult on safety grounds to justify levels above 2 candelas per square metre. At the other extreme there is no evidence that lighting at levels less than 0.5 candelas per square metre has any benefit to road safety.

Despite the benefits of road lighting it is not feasible to light all roads. Economics limit the areas where there road lighting is provided. The costs of road lighting are roughly proportional to the length of road lit. This favours areas where accident densities are highest. Urban areas are where accident densities are highest and this is where the majority of road lighting is provided.

There is ongoing debate on the value of lighting freeways and motorways. These routes generally have very high traffic volumes but very low accident rates. However the number of accidents per kilometre of road can still be sufficient to justify road lighting. The current Australian / New Zealand code recommends lighting high volume motorways but at a lighting level less than provided on urban arterials.

The current Australian / New Zealand lighting standard makes no recommendation on lighting rural roads. There is provision for providing localised lighting at rural intersections where there is a need to “flag” the presence of the intersection. Conditions are specified to ensure light adaptation from the road lighting does not impair safety in the dark areas just before or after the intersection.

Road Safety:

The international lighting body, CIE, compiled the results of studies from around the world on road lighting as an accident countermeasure. The consensus is that good traffic route lighting can reduce night time accidents by around 30%. Recent studies (1996) made in New Zealand show an overall 34% reduction in accidents from road lighting. This would be primarily from urban lighting. Australian research also reports that “good” lighting has achieved accident reductions.

From the CIE compilation it appears that road lighting is most effective at reducing serious or fatal injuries and injuries associated with pedestrian or cycle traffic. The New Zealand experience supports this and also suggests that road lighting may be more effective in reducing two vehicle accidents (eg intersection type accidents) than it is for the single vehicle ran off the road type accident (eg on bends). If this finding is repeated elsewhere it perhaps suggests that road lighting is inherently more effective in urban or highly trafficked area where vehicle to vehicle conflict is greatest.

Lighting Levels

In line with CIE recommendations most international codes provide graded levels of lighting to meet the range of traffic conditions likely to be experienced. For example the New Zealand code has 4 levels of lighting available V1, V2, V3, V4. Choice of the level to use is based on the following advice;

- V1 the highest level is for the down-town, pedestrian dense, areas of major cities.
- V2 is for the high volume arterials feeding the city centres
- V3 is for arterial routes carrying moderate to high volumes interfacing with pedestrians
- V4 the lowest level is for minor arterials and distributors.

Lighting levels take account of both the economics of the situation and user needs.

Road Lighting Strategy:

Many authorities have now developed a road lighting strategy which defines what they are trying to achieve and how best they can achieve it. A strategy for road lighting would include a definition of the level of lighting that would be provided on each road in the network. This is often called the road lighting hierarchy. Initially not all roads would be lit to the level defined in the hierarchy so a strategy or priority order would be developed so that finance directed into lighting will achieve the best result for all the interested parties.

Lighting is normally provided where either;

- there is an established pedestrian flow, or
- an accident history of the type likely to be addressed by road lighting, or
- traffic volumes likely to produce an accident history in the future.

The reaction levels for the above criteria would be based on local economic considerations.

References;

- (1) CIE (1992), Road Lighting as an Accident Countermeasure, C.I.E. 93-1992, ISBN 3 900 734 305.
- (2) JACKETT, M. J. Accident savings from Road Lighting in New Zealand. ARRB, Proceedings Roads 96 conference part 5, 1996 Christchurch, NZ
- (3) STANDARDS AUSTRALIA, Australian/New Zealand Standard on Road Lighting AS/NZS 1158 series, Parts 0, 1.1, 1.3, & 3.1
- (4) FISHER, A.J. (1989) Road Lighting as an Accident Counter-Measure in 1989 Proceedings of the 35th Australian & 2nd N.Z. IES National Convention, Auckland
- (5) SIGTHORSSON, H, “Accident rates in daylight, darkness and twilight”, Nordic Road and Transport research No.1 1996.
- (6) “Good Lighting for Safety on Roads, Paths and Squares”, Fordergemeinschaft Gutes Licht, Frankfurt, Germany. ISBN 3-926193-16-6.

M. J. Jackett

Road Safety Consultant
CIE Div. 4 member for New Zealand
27/4/2001

