



Lýsing samgöngumannvirkja

Lýsing samgöngumannvirkja innan og utan þéttbýlis
2024
Vegagerðin

Leiðbeiningar

Lykilsíða

Heiti rits	Gerð rits
Lýsing samgöngumannvirkja	Leiðbeiningar

Númer / Útgáfa / ISBN	Fjöldi síðna	Útgáfudagur
LEI-3317 / 2 / 978-9935-460-50-9	38	4.4.2024

Höfundur / ar
Útg. 1: Örn Guðmundsson, VSB, í samstarfi við Ernu B. Hreinsdóttur Útg. 2: Jarprúður Þórarinsdóttir, Efla

Útgáfa	Rýnt af	Samþykkt af	Útgáfudagur
1	Erna B. Hreinsdóttir	Ernu B. Hreinsdóttur	03.10.2019
2	Auður Þóra Árnadóttir Birgitta Rán Ásgeirsdóttir Heimir Gunnarsson Höskuldur Tryggvason Kristinn Hauksson Margrét Ósk Aronsdóttir Sveinn Sveinsson Valtýr Þórisson	Margréti S. Þorkelsdóttur Arndís Ósk Arnalds	04.04.2024

Útgáfunr.	Breytingar
1	Nýtt rit
2	Breytt nafn úr „Veglýsing utan þéttbýlis“ í „Lýsing samgöngumannvirkja“. Rit fært í nýtt útlit leiðbeiningarita Vegagerðarinnar og innihald uppfært. Útgáfa 2 byggir að miklu leyti á útgáfu 1 en helstu viðbætur snúa að lýsingu í þéttbýli, hlutalýsingu vegamóta auk nýrrar tækni tengdri lýsingu. Farið er ítarlegra í viðmið um hvenær og hvernig skal lýsa við mismunandi aðstæður. Tilvísanir í staðla hafa verið uppfærðar og skýringarmyndum verið bætt við.

Forsíðumynd: Tæknideild Akureyrarbæjar

Efnisyfirlit

Lykilsíða	2
1 Inngangur	4
2 Hugtakalisti	5
3 Lýsingarkröfur	11
3.1 Val lýsingarflokka	12
3.2 Sérstök atriði	13
3.2.1 Aðlögunarsvæði	13
3.2.2 Viðhaldsstuðull ljósbúnaðar	13
3.2.3 Yfirborðseiginlegikar	14
3.2.4 Ljósmengun	14
3.2.5 Ofbirta frá umhverfinu	14
4 Lýsing samgöngumannvirkja	15
4.1. Lýsing vega	16
4.1.1. Dreifbýli	16
4.1.2. Þéttbýli	17
4.2. Vegamót og hringtorg	17
4.2.1 Hluta lýsing vegamóta	20
4.3 Lýstir hliðarvegir og heimreiðar	21
4.4 Undirgöng	23
4.5 Bílastæði	23
4.6 Þjónustukjarnar	23
4.7 Biðstöðvar	23
4.7.1. Biðstöðvar þegar aðalvegur er lýstur	23
4.7.2 Biðstöðvar þegar aðalvegur er ekki lýstur	24
4.8 Lýsing við fjarstýrð lokunarhlið	24
4.9 Bráðabirgðavegir	24
4.10 Lýsing göngu- og hjóltreiddastíga	25
4.11 Gangbrautir	25
Bein lýsing á gangbraut	26
Aukin lýsing bakgrunns	27
5 Tæki og búnaður	29
5.1 Ljósastaurar	29
5.2 Ljóskef	31
5.3 Rafkerfi	32
6 Ljósastýringar	33
6.1 Miðlæg stýring eða staðstýring	33
6.2 Stýring vegljósalampa	33
6.3 Stýring veglýsingarkerfa	34
6.4 Ljósneymar	35
7 Heimildasafn	36
8 Fylgiskjöl	38
8.1 Tölur fyrir lýsingarflokkar	38

1 Inngangur

Meginmarkmiðið með lýsingu samgöngumannvirkja er að auka umferðaröryggi í myrkri. Með lýsingu fá vegfarendur bættu yfirsýn sem gerir þeim kleift að meta aðstæður betur en ella og að bregðast fyrir við aðsteðjandi vá. Lýsing getur líka verið til þæginda, því vel lýstur vegur eykur vellíðan vegfarenda og veitir öryggistilfinningu. Áhrif af því gætu verið aukin notkun vegar í myrkri. En hafa skal í huga að lýsingarkerfum fylgir bæði stofn- og rekstrarkostnaður. Leitast skal við að halda orkunotkun í lágmarki og ganga úr skugga um að lýsing bæti ljósvist í stað þess að valda ljósmengun. Óvarðir vegfarendur eru líklegastir til að slasast alvarlega í umferðarslysum. Því er eðlilegt að sérstakt tillit sé tekið til þeirra í leiðbeiningum um veglýsingu.

Eftir að ákvörðun um að lýsa veg eða götu hefur verið tekin er komið að tæknilegri útfærslu.

Staðlaráð Íslands hefur gefið út tækniskýrslur sem taka á þeim atriðum, þær eru:

1. *CEN/TR 13201-1, Road lighting - Part 1: Selection of lighting classes:* Val á lýsingaflokki byggt á umferðarmagni, hraða og áhrifum umhverfisbirtu og eðli umferðar á þeim stað sem er til umfjöllunar.
2. *CEN/TR 13201-1, Road lighting – Part 2: Performance requirements:* Ljóstæknilegar kröfur þar sem gæðum lýsingaflokkanna er lýst.
3. *CEN/TR 13201-1, Road lighting – Part 3: Calculation of performance:* Aðferðir við að reikna lýsingu.
4. *CEN/TR 13201-1, Road lighting – Part 4: Methods of measuring lighting performance:* Aðferðir við að mæla lýsingu.

Búnaður til veglýsingar er í sífelldri þróun sem er örari en þau gæðaviðmið sem notuð eru. Það er því rétt að gefa almennar leiðbeiningar um útfærslu sem bindur ekki tæknilega lausn of mikið. Það er tekið á þeim í Tækniskýrslu norrænu vegagerðanna, *NMF01: LED luminaires-requirements*.

Mikilvægt er að búnaður til veglýsingar, eins og annar vegbúnaður, valdi ekki aukinni slyshættu.

Í þessum leiðbeiningum er stuðst við reynslu og rannsóknir annarra þjóða til að ákvarða meginlínur sem styðjast má við þegar til skoðunar er að lýsa veg. Nokkuð hefur verið stuðst við leiðbeiningarnar *Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning; Håndbok V124 sem gefnar eru út af Statens vegvesen*.

2 Hugtakalisti

Skýringar ýmissa hugtaka sem notuð eru í leiðbeiningunum og á öðrum nátengdum hugtökum:

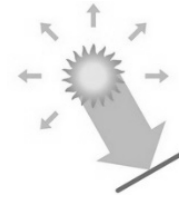
Árstdagssumferð (ÁDU)

Þetta hugtak er sólarhringssumferð á ákveðnum vegkafla, ársmeðaltal. T.d. ÁDU=1.500 þýðir að 1.500 bílar keyra um tiltekinn vegkafla að meðaltali á dag yfir allt árið.

Birta (illuminance)

Magn ljósstreymis á tiltekinn flöt. Mælieining er lúx [lx] eða lúmen á fermetra [lm/m²].

Birtan er algengasta viðmiðið þegar fjallað er um lýsingu. Í veglýsingu er birtan aðeins skoðuð þegar umferðarhraðinn er mjög lítill eða aðstæður flóknar þannig að staðsetning ökumanns er ekki ljós og því ekki hægt að reikna ljóma.



Dali

Dali stendur fyrir: "Digital Addressable Lighting Interface". Staðallinn var hannaður upprunalega til þess að stýra elektrónískum straumfestum í flúrlömpum, en í dag er hann fyrst og fremst notaður til þess að stýra dimmingu á LED ljósgjöfum.

D4i straumfestar

D4i straumfestar eru orðnar mjög algengar í götuljósum og eru þær fjarstýranlegar samkvæmt Dali staðli. Þær eru einnig oft notaðar í fjarstýrðum kerfum þar sem miðlægur búnaður stýrir Dali kerfum í gegnum Zhaga tengi. Þannig að þær eru oftast notaðar í ljósbúnaði með Zhaga tengjum.

Jafnleiki (uniformity)

Í tengslum við veglýsingu er með jafnleika átt við hlutfallið á milli lágsta gildis ljóma (birtu) og meðalgildisins á því svæði sem er til skoðunar (lágmark / meðaltal).

Ýmist er talað um heildarjafnleika lýsingar vegarins eða jafnleika lýsingar einstakra akreina. Staðlar sem stuðst er við gera kröfur til beggja þessara þátta.

Litarhitastig ljóss - K

Litarhitastigið segir til um lit ljóssins sem ljósgjafinn gefur frá sér og er frá nánast rauðu (lággt litarhitastig) upp í að vera nánast blátt (hátt litarhitastig). Mælieiningin er Kelvin [K].

Litendurgjafarstuðull – Ra

Byggir á 8 staðallitum og segir til um hve vel er hægt að greina liti undir tilteknum ljósgjafa. Hæst er gefið 100 skv. þessari skilgreiningu.

Líftími („Useful life“) – klst.

Er skilgreint sem fjöldi logtíma (klst.) við $T_a 25^\circ \text{C}$, þegar ákveðið hlutfall (%) af upphaflegu ljósstreymi (x) er enn til staðar fyrir hlutfallslegan fjölda lampa (y). Táknað L_x (hlutfall ljósstreymis) og B_y (hlutfall lampa).

Ljómi (luminance)

Ljósstyrkur af fleti í tiltekna átt. Mælieining er candela á fermetra [cd/m^2].

Veglýsing byggir að mestu á að uppfylla kröfur um ljóma. Viðfangsefnið er ljósstyrkur frá ljóskeri/lampa, sem endurkastar af yfirborði vegar á móti auga ökumanns. Þannig fæst skerpumunur á milli hindrunar á vegi og vegarins sjálfs, hindrunin birtist ökumanni sem skuggi á upplýstu yfirborði vegar.

Því er ekki nægilegt að tryggja ákveðið magn ljósstreymis frá ljóskerinu á veginn heldur verður einnig að taka tillit til endurkastseiginleika yfirborðs vegarins.



Ljósker (luminaire)

Í þessum leiðbeiningum er valið að nota orðið ljósker sem sambærilegt við orðin lampi eða ljósbúnaður sem oft sjást notuð um sama hlutinn.

Ljósnytni (luminous efficacy)

Hlutfall milli ljóstreymis frá ljósgjafa og þess afls sem þarf til að knýja hann. Mælieining er lúmen á watt [lm/W].

Betri ljósnytni þýðir að það er notuð minni orka til að viðhalda sama ljóstreyminu.

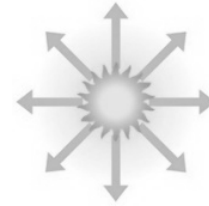
Ljósgjafi (light source)

Í daglegu tali er ljósgjafi oft nefndur pera eða ljósapera. Í dag eru flestir ljósgjafar farnir að nota ljósdíóður (LED) og þær eru til sem útskiptanleg ljóspjöld (perur) eða fastur búnaður í ljóskeri sem ekki er hægt að skipta út. Í ljóstæknilegri umræðu er jafnan talað um ljósgjafa og þá einnig í þessum leiðbeiningum.

Ljóstreymi (luminous flux)

Styrkur rafgeislunar á sýnilega tíðnisviðinu. Mælieining er lúmen [lm].

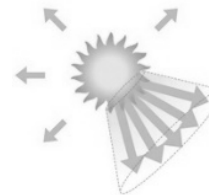
Ljóstreymi tiltekins ljósgjafa (peru) endurspeglar afl sýnilegrar rafgeislunar frá honum.



Ljósstyrkur (luminous intensity)

Ljóstreymi frá ljósgjafa eða ljóskeri í tiltekna átt. Mælieining er candela [cd] sem er sama og lúmen á rúmhorn (steradian) [lm/sr].

Ljósstyrk í tiltekna átt má stýra með viðeigandi speglum og samtímis má hindra ljósstyrk í aðrar áttir með skermun.



Ljósvisst

Ljósvisst er hugtak yfir lýsingargæði og áhrif lýsingar á umhverfið.

Þættir sem falla undir hugtakið ljósvisst eru m.a. bæði dagsbirta og raflýsing, ásamt orku, ljósmengun, litaendurgjöf, litarhitastigi, flökki, geislun, glýju, ljóma.

Góð ljósvisst er að:

- Nota bestu fáanlegu tækni
- Lýsa eingöngu þar sem þarf að lýsa
- Lýsa eingöngu það sem á að lýsa
- Forðast ljósmengun
- Auka öryggi
- Auka öryggistilfinningu

Meðalljómastuðull Q0 (average luminance coefficient)

Stuðull sem segir til um endurkast ljóss af yfirborði vegar. Ljósara yfirborð þýðir hærri stuðull. Meðalljómastuðullinn ásamt viðeigandi flokki yfirborðs sbr. skilgreiningu alþjóða ljóstæknifélagsins (CIE) þarf að vera ákveðinn til að hægt sé að vinna ljómaútreikninga fyrir viðkomandi veg.

Nýtni ljóskers

Hrein hlutfallstala sem segir til um hvað mikið af ljósstreymi ljósgjafa í ljóskeri nær út, nýtist til að skapa birtu.

Athuga að rugla þessu hugtaki ekki saman við ljósnýtni sem skýrt er hér að framan.

Ofbirta / glýja (glare)

Í ljóstæknilegu tilliti er ofbirtu (glýju) skipt í 2 flokka:

Óþægindaofbirta (discomfort glare). Rýrir ekki sjóngetu. Veldur truflun, þírrar. Til er skali frá 1 og upp í 6 til að túlka þetta þar sem að 1 er mesta ofbirtan (óþolandi) og 6 sú minnsta (ómerkjanleg).

Sjóndeyfiofbirta (disability glare). Minnkuð sjónfærni. Skert sjónskerpa. Ástand sem ágerist með aldri viðkomandi vegna þess að þoka myndast í augnhlaupinu. Hugtakið 'Threshold Increment' (TI) er notað í viðmiðum um veglýsingu til að túlka þetta. Hugtakið er einingalaus hlutfallstala og sett fram sem hundradshluti (%). 15% TI þýðir þá að auka þurfi skerpumun um 15% til að hlutur verði sýnilegur á ný.

Einnig er greint á milli orsaka ofbirtu:

Bein ofbirta. Skært ljós í sjónsviðinu t.d. sést í ljósgjafa í ljóskeri/lampa. Þá má minnka ofbirtu með því að skerma ljósið eða dempa það á annan hátt.

Endurkastsofbirta. T.d. endurkast eða speglun af gljáandi/speglandi yfirborði (blautum vegi). Ráð til að draga úr endurkastsofbirtu er að breyta afstöðu milli hlutar (vegar), ljósgjafa og notanda og/eða skipta út efnum, annað yfirborð hluta (vega).

Ofbirtuflokkun ljóskera (D tala)

Ofbirtugildið lýsir þeirri óþægindaofbirtu sem myndast frá ljóskeri. Tölur á kvarðanum D0 til D6 segja til um ofbirtu frá viðkomandi ljóskeri. Reiknað er út hlutfallið á milli ljósstyrks (I) í átt að athuganda (85° frá lóðlínu) á móti kvaðratrót flatarmáls (A) lýsandi hluta ljóskers í sömu átt ($I \times A^{-0,5}$). Hærrí flokkur þýðir minni óþægindi frá ljósgjafa.

Tafla 1

Ofbirtuflokkur	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Ofbirtuhlutfall [max cd/m ²]	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

Sjónleiðni (visual guidance)

Hugtak sem lýsir því þegar röð ljósa gefur mynd af veginum sem framundan er. Má líkja þessu við áhrif glitmerkja í vegkanti.

Skermunarflokkun ljóskera (G tala)

Tölur á kvarðanum G1 til G6 sem segja til um skermun ljóskera, stýringu á því hversu miklu hliðarljósi þau kasta frá sér sem hefur áhrif á sjóndeyfiofbirtu vegna viðkomandi ljóskers. Viðmið er að lóðlína er við 0° , lárétt stefna út frá ljóskeri er því 90° . G1-G3 eru skermaðir að hluta til, G4-G6 eru skermaðir að fullu en G6 er mesta skermunin.

Settar eru skorður við ljósstyrk [cd] í tiltekna áttir frá lóðlínu í hlutfalli við ljósstreymi [lm] ljósgjafans í ljóskerinu [cd/lm]. Til hægðarauka eru stuðst við kílóúlumen [klm].

Tafla 2

Skermunar-flokkur	Hámarksljósstyrkur [cd/klm]			Annað
	Við 70°	Við 80°	Við 90°	
G1		200	50	-
G2		150	30	-
G3		100	20	-
G4	500	100	10	ljósstyrkur yfir 95° 1) skal vera 0
G5	350	100	10	ljósstyrkur yfir 95° 1) skal vera 0
G6	350	100	0	ljósstyrkur yfir 90° 1) skal vera 0

1) Í hvaða átt sem er út frá lóðlínu ljóskers eftir að það hefur verið sett upp og er klárt til notkunar

Stöðugt ljósstreymi (Constant Lumen Output) – CLO

Ljósker í dag eru oftast með LED og að auki oft með CLO virkni. LED ljósgjafar missa smá saman eiginleikana yfir líftímann, þannig að díóðan hefur minna ljósstreymi eftir 20 ár heldur en þegar hún er ný. Til þess að koma í veg fyrir að lýsing vega ráðist af aldri ljóskera eru þau framleidd með dimmun sem minnkar með aldri ljóskersins og viðheldur þar með stöðugu ljósstreymi út líftíma ljóskers. Þetta hefur einnig þann kost að þó einum ljósgjafa sé skipt út þá mun ekki sjást mikill munur á nýjum og gömlum ljósgjafa.

Viðhaldsstuðull MF (maintenance factor)

Viðhaldsstuðull ljóskera segir til um hvers má vænta sem rekstrargildis (e.maintained value) lýsingarkerfisins þegar tekið hefur verið tillit til óhreininda sem safnast á ljósker, spegla og ljóshlíf og minnkandi ljóma ljósgjafa eftir notkunartíma.

$$f_M = f_{LF} \times f_{LM}$$

- f_M er viðhaldsstuðull, þar sem f_M sem næst 1 gefur til kynna minnsta viðhaldið
- f_{LF} er minnkun ljóma frá lampa yfir tíma
- f_{LM} er viðhaldsstuðull ljósbúnaðar, sem segir til um tap ljóma vegna óhreininda

Taka verður tillit til deyfingar viðkomandi gerðar af ljósgjafa með aldri, þegar þessi stuðull er ákveðinn. Algengt er að LED götuljósker séu með CLO búnaði sem að heldur nokkurn vegin óbreyttu ljósstreymi út líftíma ljósgjafa og eru þannig ljósker því með hærri viðhaldsstuðul ($f_{LF}=1$).

Zhaga

Zhaga Book 18 staðallinn er afrakstur samstarfsverkefnis margra aðila til samræmingar á stýringu LED veglýsingarbúnaðar. Ljósabúnaður sem hefur Zhaga tengi getur átt samskipti innbyrðis og við miðlægt stjórnkerfi CMS á TALQv2 samskiptastaðlinum. Þetta er mikill kostur þegar stýra á mörgum ljósum saman. Þá er hægt að nota sameiginlegan stýribúnað (miðlægt stjórnkerfi CMS) til þess að stýra miklum fjölda ljósa í gegnum samskiptabúnað sem tengist við Zhaga tengið á ljósunum, jafnvel þó að ljósin og Zhaga einingarnar séu frá mörgum mismunandi framleiðendum.

3 Lýsingarkröfur

Eins og lýst er í inngangi skulu ljóstæknilegar kröfur veglýsingar ákvarðast með vísan til tækniskýrsla og staðla evrópsku staðlasamtakanna CEN. Þau rit teljast því hluti þessara leiðbeininga.

Í tækniskýrslu *CEN/TR 13201-1 Road lighting - Part 1* er sett fram kerfi til flokkunar lýsingaraðstæðna sem tekur mið af legu og lögun athugunarsvæðis, notkun svæðisins og áhrifum frá umhverfi. Ljóstæknileg skilgreining lýsingarflokkanna og gæðaviðmið þeirra, er efni staðalsins *ÍST EN 13201-2 Road Lighting – Part 2: Performance requirements*. Kröfur til veglýsingar snúast m.a. um lágmarks ljóma yfirborðs (cd/m^2), jafnleika lýsingarinnar og ofbirtustig.

Eftirtaldir þættir eru ráðandi við flokkun lýsingaraðstæðna:

- Hönnunarhraði aðalnotanda ($\text{km}/\text{klst.}$)
- Vegfarendahópar innan athugunarsvæðis (gangandi, hjólandi og akandi)

Til viðbótar er tekið tillit til eftirfarandi aðstæðna:

- Svæði (lega og lögun)
- Eðli umferðar (magn og flækjustig)
- Umhverfis- og ytri áhrif (utanaðkomandi lýsing)

Við sérstakar aðstæður á m.a. að leggja mat á ríkjandi veðurfar þegar fjallað er um umhverfis- og ytri áhrif. Tveir valkostir eru í boði, hvort ríkjandi veðurfar teljist þurrt eða rakt. Við hönnun veglýsingar hér á landi skal gert ráð fyrir að ríkjandi veðurfar sé rakt og reikna jafnleikann í bleytu (U_{0w}). Ekki þarf að skilgreina ríkjandi veðurfar á vegum með hraða $\geq 80\text{km}/\text{klst.}$ og lítilli umferð óvarinna vegfarenda, þá hefur jafnleiki lýsingar eftir akbraut meiri þýðingu (U_i).

Á samliggjandi svæðum þar sem kröfum um ljóma vegar er ekki við komið, er þess í stað gerð krafa um lágmarks birtu á yfirborði (lx) auk jafnleika. Þá skal lýsingarflokkur vera í mengi C. Þetta getur átt við um hringtorg og vegamót eða aðliggjandi umferðarsvæði. Kröfu úr flokki C eru skv. staðli *ÍST EN 13201-2* í töflu 2.

3.1 Val lýsingarflokka

Í *ÍST EN 13201-2* koma fram upplýsingar um lýsingarflokka og skilgreining á þeim. Þar má finna upplýsingar um hvernig skuli velja lýsingarflokk miðað við aðstæður hverju sinni. Þar er t.d. hönnunarhraði, umferðarmagn og samsetning umferðar atriði sem hafa áhrif. Lýsingarflokkar sem eru notaðir eru þessir:

- P-flokkur er ætlaður fyrir leiðir fyrir gangandi og hjólandi vegfarendur og fyrir íbúðargötur, göngugötur, bílastæði, skólalóðir o.fl. (fyrir hraða undir 40km/klst.)
- M-flokkur er ætlaður fyrir öikumenn vélknúinna ökutækja á umferðarleiðum með miðlungs til mikils aksturshraða, 40km/klst. og yfir.
- C-flokkur er ætlaður fyrir öikumenn vélknúinna ökutækja á svæðum þar sem umferð skarast eins og á gatnamótum og hringtorgum eða þar sem breytingar verða á umferðarskipulagi eins og þegar akreinum fækkar eða þær þrengjast.

Tafla 3 hér fyrir neðan sýnir samhengi á milli þessara lýsingarflokka.

Tafla 3 Samanburðartafla lýsingarflokka M, C og P (Tafla 2.2 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning; Håndbok V124 gefin út af Statens vegvesen).

M-flokkur	L cd/m ²	C-flokkur	Ea lux	P-flokkur	Ea lux
		C0	50		
M1	2	C1	30		
M2	1.5	C2	20		
M3	1	C3	15	P1	15
M4	0.75	C4	10	P2	10
M5	0.5	C5	7.5	P3	7.5
M6	0.3			P4	5
				P5	3
				P6	2

Töflur yfir lýsingarflokka eru í kafla 8.1 í fylgiskjöllum.

Við val á lýsingarflokki skal taka tillit til sérstakra forsenda eins og fram kemur í ofangreindri tækniskýrslu, auk eftirfarandi krafna:

- Það á að fara upp um lýsingarflokk á eftirfarandi svæðum:
 - Á álagssvæðum eins og gangbrautum eða mikilvægum/flóknum vegamótum
 - Á svæðum með erfiðum umferðarskilyrðum, t.d. ef kröfur um sjóntengdir eru ekki uppfylltar
 - Á svæðum með óvörðum vegfarendum eða truflandi ljósum í umhverfinu
- Það á ekki að muna meiru en tveimur lýsingarflokkum á milli aðliggjandi svæða. Dæmi: Göngu- og hjóltreidastígur samsíða vegi og innan öryggissvæðis hans, verður að hafa nægilega lýsingu í samanburði við lýsingu vegarins.
- Leggja skal mat á hvort hægt er að draga úr lýsingunni á tímabili þegar lýsingarþörf er minni t.d. um miðjar nætur. Lýsingin má þó ekki fara niður fyrir viðkomandi lýsingarflokk miðað við breytilega umferð yfir sólahringinn.

3.2 Sérstök atriði

3.2.1 Aðlögunarsvæði

Lýsing vega skal ekki byrja eða enda á svæðum sem teljast hættuleg. Sem dæmi má nefna krappa beygju, vegamót, blindhæð eða jarðgöng.

Þegar ljómi götu er 1 cd/m^2 eða meiri skal komið upp aðlögunarsvæði þar sem lýsingin endar. Lýsing á aðlögunarsvæðinu skal vera $0,5 \text{ cd/m}^2$. Með aðlögunarsvæði er dregið úr neikvæðum áhrifum vegna þess tíma sem það tekur augað að venjast minni birtu í umhverfinu.

Hæð ljósgjafa yfir vegi, bíl á milli staura og skermun ljóskers skal haldast óbreytt. Miða skal við að aðlögunarsvæði sé eftir að beygju $R < 450 \text{ m}$ er lokið eða sem nemur lengd aðlögunarsvæðis áður en komið er að beygju.

Lengd aðlögunarsvæða skal vera sem hér segir:

Tafla 4 Lágmarks lengdir aðlögunarsvæðis miðað við hraða (Tafla 2.5 *Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning; Håndbok V124* gefin út af Statens vegvesen).

Skiltaður hraði [km/klst]	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Lágmarkslengd aðlögunarsvæðis [m]	20	30	45	65	95	115	160	190	227

3.2.2 Viðhaldsstuðull ljósbúnaðar

Reikna skal með 80-90% rekstrargildi fyrir lýsingarkerfið þegar notað er ljósker með LED ljósgjafa með CLO og miðað við þríf á 6 ára fresti, sjá töflu.

Tafla 5 Viðhaldsstuðull miðað við ÁDU (Tafla 8.1 *Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning; Håndbok V124* gefin út af Statens vegvesen).

Tegund umferðar	Viðhaldsstuðull (MF)		
	Hæð stólpa < 5 m	Hæð stólpa $\geq 5 \text{ m}$	Göng
ÁDU < 4.000 og hraði $\leq 70 \text{ km/klst.}$	0,85	0,9	0,85
ÁDU < 4.000 og hraði $> 70 \text{ km/klst.}$	0,80	0,85	
ÁDU > 4.000 og hraði $\leq 70 \text{ km/klst.}$	0,80	0,85	
ÁDU > 4.000 og hraði $> 70 \text{ km/klst.}$	0,75	0,8	
Göngu- og hjólastígar með sér stólpum	0,90	0,9	

3.2.3. Yfirborðseiginlegikar

Endurkast af yfirborði vega hefur bein áhrif á ljóma og jafnleika, sem eru hluti gæðaviðmiða sem sett eru fyrir viðkomandi M-lýsingarflokk.

Við ljómaútreikninga skal almennt miða við að yfirborð samsvari flokki C2 skv. flokkun alþjóða ljóstæknifélagsins (CIE). C2 telst vera venjulegt dökkt asfalt/slítlag. Nota skal meðalljómastuðulinn $Q_0 = 0,07$.

Erfitt er að meta hvernig ljóstæknilegum yfirborðseiginleikum blauts slítlags er best lýst, en miða skal við yfirborðsflokk W3. Nota skal bleytustuðulinn $Q_{0w} = 0,21$.

3.2.4. Ljósmengun

Ljósmengun er óæskilegt eða óþarft ljós (samkvæmt CIE, samheiti sem gefur til kynna heildarsummu allra óæskilegra áhrifa ljóss). Lýsing getur haft áhrif á heilsu bæði dýra og manna með því að hafa áhrif á sólarhring og vaxtarhring plantna. Með því að draga úr ljósmengun mun orkunotkun einnig minnka. Ljósmengun á tilteknu svæði fer eftir fjölda ljósgjafa, hversu bjartir þeir eru, í hvaða átt þeir lýsa, hversu mikið af ljósinu endurkastast, litarhitastigi / litrófssamsetningu og skilyrðum andrúmsloftsins. Þar að auki mun endurkast ljóss leiða til stöðugs ljóma á himni (himinljóma).

Hanna skal lýsingarkerfin þannig að ljósið lýsi aðeins upp þau svæði sem þarf að lýsa upp og nota ljósaþúnað sem takmarkar hvar birtan berst, svo ljós berist ekki út í andrúmsloftið að öþörfu og þannig er ljósmengun takmörkuð. Ljósmengun minnkar með því að nota ljósaþúnað sem beinir ljósinu aðeins niður á við, með því að nota lægsta mögulega birtustig og með því að setja ekki upp fleiri ljósgjafa en nauðsynlegt er. Auk þessa má draga úr ljósmengun með notkun á kerfi sem dimmar niður ljósið á tímabilum þegar þörfin er lítil og eykur ljósið á tímabilum þegar meiri þörf er á.

3.2.5. Ofbirta frá umhverfinu

Ljósastarar á athafnasvæðum, upplýstum íþróttasvæðum og ljósaskilti geta valdið ofbirtu. Þetta getur einnig átt við um mikið upplýstar þjónustustöðvar við vegi.

Slík tilfelli skal taka til skoðunar og fylgja leiðbeiningum í norsku handbókinni *V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning*, í kafla 2.5.3 við mat á áhrifum og hvort þau beri að takmarka.

4 Lýsing samgöngumannvirkja

Mælt er með að götur í þéttbýli séu upplýstar. Í íbúðahverfum með litla umferð og lágan hraða skal einnig tekið tillit til mikilvægra atriða s.s. félagslegra eiginleika, líðan vegfarenda, aðgengi og almannaoöryggi. Að öðru leyti er einnig mælt með að komið sé á veglýsingu þegar þjóðhagslegur sparnaður vegur þyngra en kostnaður við uppsetningu og rekstur lýsingarkerfis.

Lýsing vega fyrir skiltaðan hraða 40 km/klst. og yfir skal uppfylla kröfur viðeigandi M-flokks um meðalljóma, jafnleika og ofbirtu.

Fyrir vegi með lægri en 40 km/klst. skiltaðan hraða skal lýsingin uppfylla kröfur viðeigandi P-flokks um meðalbirtu og lágmarksbirtu.

Tafla 6 Lýsingarflokkar m.v. ÁDU

	ÁDU < 1.500	ÁDU 1.500-6.000	ÁDU > 6.000
Vegir með miðdeili/vegriði		M3	M3
Vegir án miðdeilis/vegriðs og hraði ≥ 40 km/klst	M4	M3	M2

Þar sem lýstur vegur endar og við tekur ólýstur vegur skal hafa aðlögunarsvæði lýst með $0,5 \text{ cd/m}^2$ þar sem lýsingin er 1 cd/m^2 (M2) eða meiri, eins og kemur fram í kafla 2.2.1 um aðlögunarsvæði.

Við vegamót með beygjuakrein, hringtorg og önnur svæði sem þarfnast lýsingar og ekki er hægt að beita kröfum um ljóma skv. staðli skal lýsingin uppfylla kröfur samsvarandi C-flokki um birtu og jafnleika.

Þegar farið er á milli M- og C-flokka skal gæta samræmis með því að styðjast við samanburðartöflu M/C flokka sbr. töflu 2 í tækniskýrslu *CEN/TR 13201-1*.

Á lýstum svæðum á ljósker að uppfylla skermun skv. G4 eða hærri. Við skörun við ólýsta vegi og þar sem ljósið getur truflað sjó- eða loftumferð á ljósker að uppfylla skermun skv. G6.

Á lýstum svæðum á ljósker að uppfylla ofbirtuflokk skv. D5 eða hærri. Við skörun við ólýsta vegi og þar sem ljósið getur truflað sjó- eða loftumferð á ljósker að uppfylla skermun skv. D6.

4.1. Lýsing vega

Almenna reglan er að allir vegir innan þéttbýlis eru lýstir en þjóðvegir utan þéttbýlis eru ekki lýstir. Lýsingu vegar fylgir kostnaður, bæði við uppsetningu og rekstur. Því þurfa að liggja gild rök fyrir lýsingu vegar komi til álita að víkja frá almennu reglunni.

Lýsing hjálpar m.a. við að:

- Halda rétttri stefnu
- Finna rétta leið
- Sjá hið óvænta

Áhrif veglýsingar utan þéttbýlis eru ekki augljós og oft álitamál hvort nokkur árangur náist á lækkun slysatíðni, það getur m.a. haft í för með sér að hraði aukist og slys verði fleiri og alvarlegri. Einnig eykst hættu á að ökutæki sem lenda út af vegi endi á ljósastaur en slík tilvik geta, þrátt fyrir að um eftirgefanlegan vegbúnað sé að ræða, haft í för með sér meiðsl á fólki. Aðrar ráðstafanir en að setja upp lýsingu geta verið líklegri til að draga úr slysum. Það gæti m.a. verið skiltun, endurskin í kanti, kantlýsing, lagfærð veglína, merkingar, aðgreining akstursstefna, aðgerðir til að lágmarka skaða við útafakstur o.fl.

Mörg sveitafélög hafa ljósvistarSKIPulag og ber að taka tillit til þess við hönnun lýsingar í viðkomandi sveitarfélagi.

Lýsing jarðganga er undanskilin hér en vísað er til leiðbeininga *Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning; Håndbok V124* gefnar út af Statens Vegvesen.

4.1.1. Dreifbýli

Eftirfarandi vegir/hlutar vega eiga að vera lýstir í samræmi við leiðbeiningar, þar sem því verður við komið m.t.t. aðgengis að rafmagni:

- Vegir með samsíða göngu- og/ eða hjólreiðastíg innan öryggissvæðis vegar
- Mislæg vegamót
- Hringtorg
- Við fjarstýrð lokunarhlið (þegar hlið er lokað)

Til viðbótar mætti skoða lýsingu eða hlutalýsingu á eftirfarandi stöðum með það sem aðalmarkmið að draga úr slysa-hættu í myrkri:

- Ef um að ræða vegkafla eða vegamót með varhugaverðum aðstæðum eða tíðum slysum og líklegt þykir að lýsing geti komið í veg fyrir slys
- Vegamót í plani með ÁDU ≥ 1.000 á víkjandi straum
- Þverun óvarinna vegfarenda
- Flókin vegamót, t.d. stefnugreind
- Gjaldskýli/-svæði
- Stuttar vegalengdir (t.d. < 500 m) milli lýstra leiða, til að fá samfellu í lýsingu
- Við byggðarkjarna

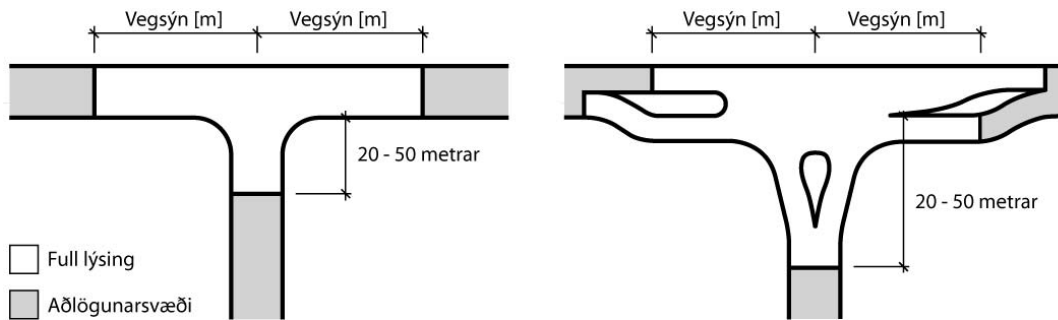
4.1.2. Þéttbýli

Vegi í þéttbýli skal lýsa og þá ekki síst með tilliti til óvarinna vegfarenda. Í íbúabyggð með lítilli umferð skal umfang lýsingar miða við félagslega virkni, þægindi, aðgengi og almennt öryggi.

4.2. Vegamót og hringtorg

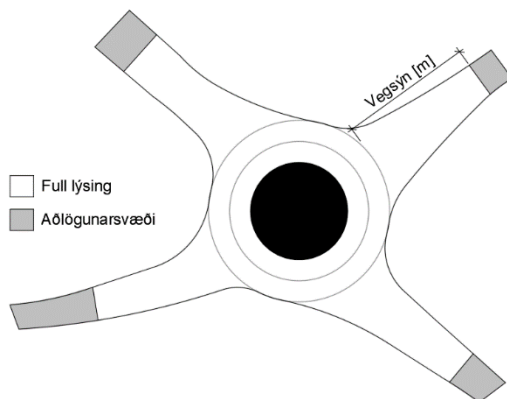
Vegamót eiga að hafa sama birtustig og aðalvegurinn, en á mikilvægum og flóknum vegamótum, þar sem mikið er af óvörðum vegfarendum og truflandi umhverfisbirta, á að fara upp um einn lýsingarflokk.

Vegamót eiga að hafa lýsingu sem spannar vegalengd sem samsvarar kröfu Veghönnunarreglna um vegsýn (stöðvunarvegalengd) á vegamótum (mælt frá miðju vegamóta). Á stefnugreindum vegamótum verður lýsing aðkomuakreina að ná frá upphafi stefnugreiningar. Vegsýn tekur mið af hönnunarhraða og langhalla vegar, sjá tölflur 3.6.2-2 og 3.6.2-3 í veghönnunarreglum.



Mynd 1 Vegsýn við gatnamót

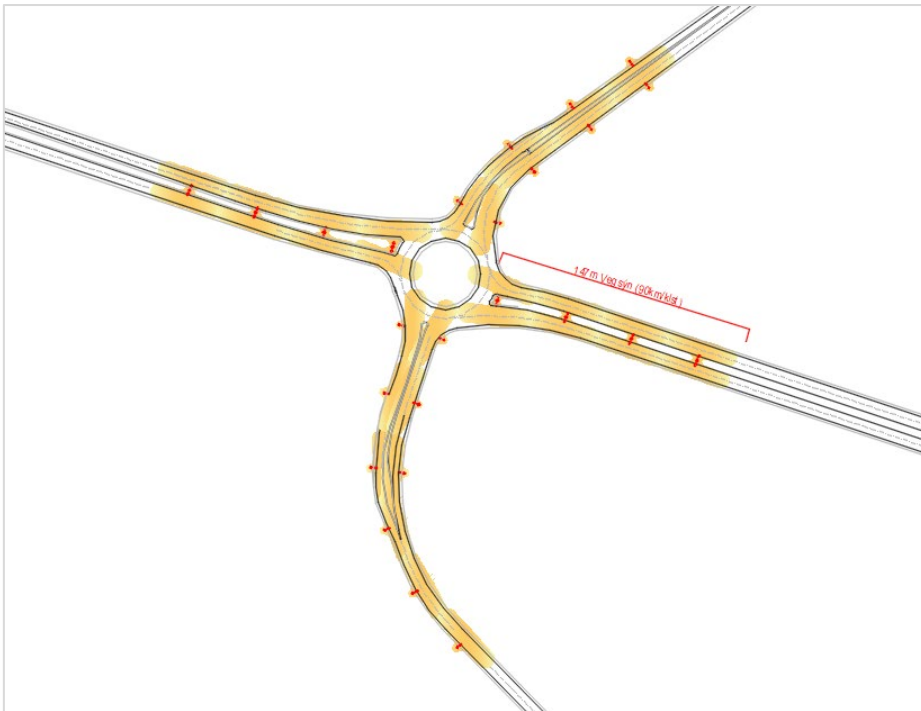
Það sama á við um hringtorg en þar er mælt frá ytri hring. Athuga skal að hönnunarhraði þegar komið er að hringtorgi gæti verið lægri en á aðliggjandi vegum.



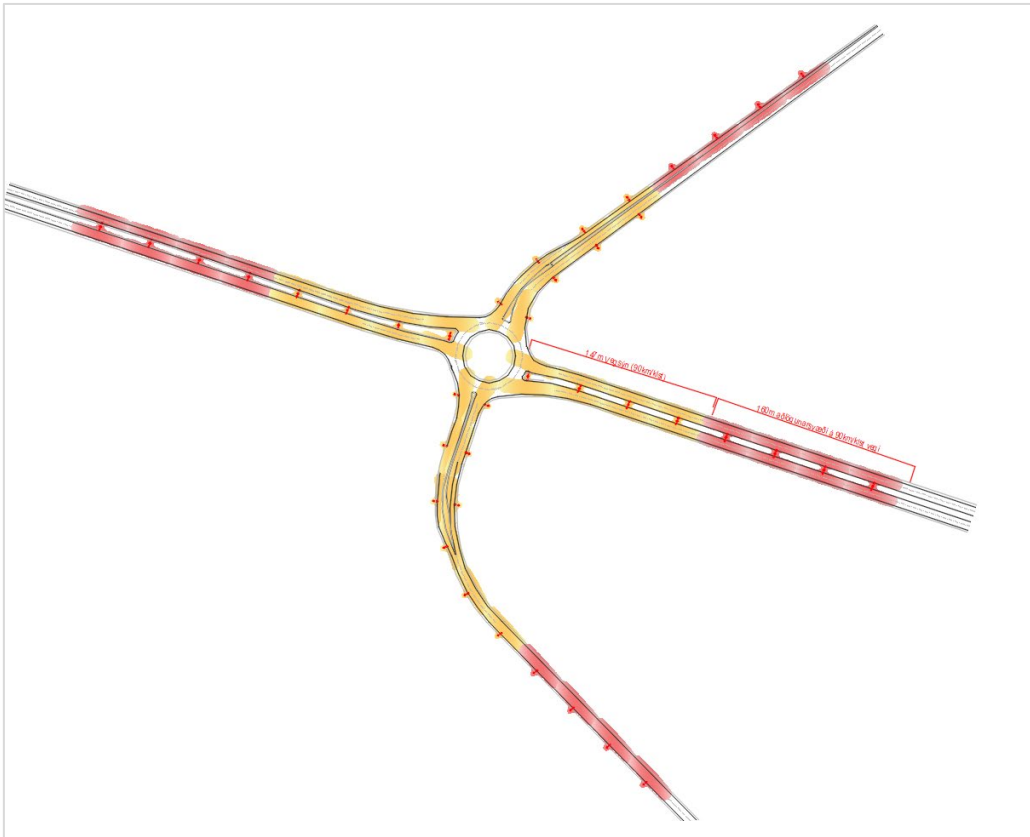
Mynd 2 Vegsýn við hringtorg

Á vegamótum og hringtorgum þarf að staðsetja staura þannig að minni líkur séu á að þeir verði keyrðir niður (þ.e.a.s. ekki mitt á milli stúta á hringtorgum og ekki beint á móti stút í T-gatnamótum). Lítil hringtorg mætti lýsa með einum stólpa í miðeyjunni með 3-4 ljósum.

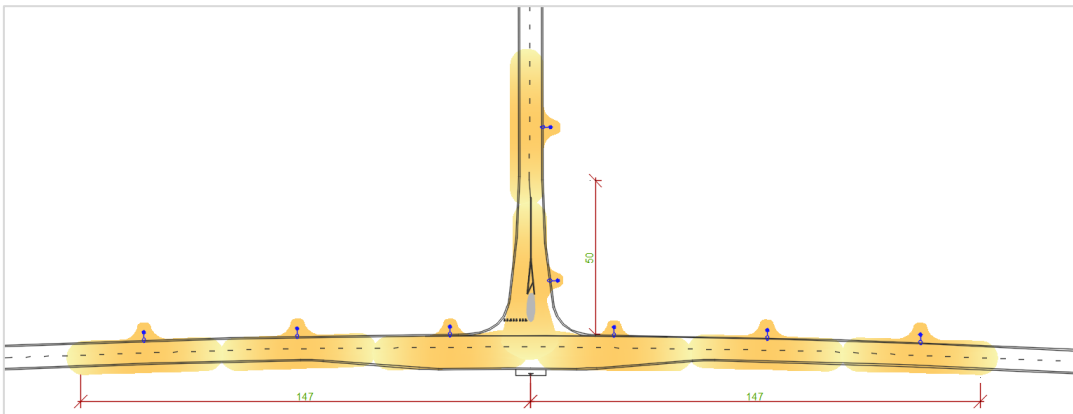
Á vegamótum og hringtorgum þar sem lýsingin er <1 cd/m² er ekki þörf á aðlögunarsvæði, þá nemur lýst vegalengd vegarins stöðvunarlengd vegarins miða við hönnunarhraða og langhalla á hverjum stað, sjá töflu 3.6.2-2 í veggönnunarreglum Vegagerðarinnar. Ef lýsing er ≥ 1 cd/m² skal hafa aðlögunarsvæði skv. töflu 4 í kafla 3.2.1.



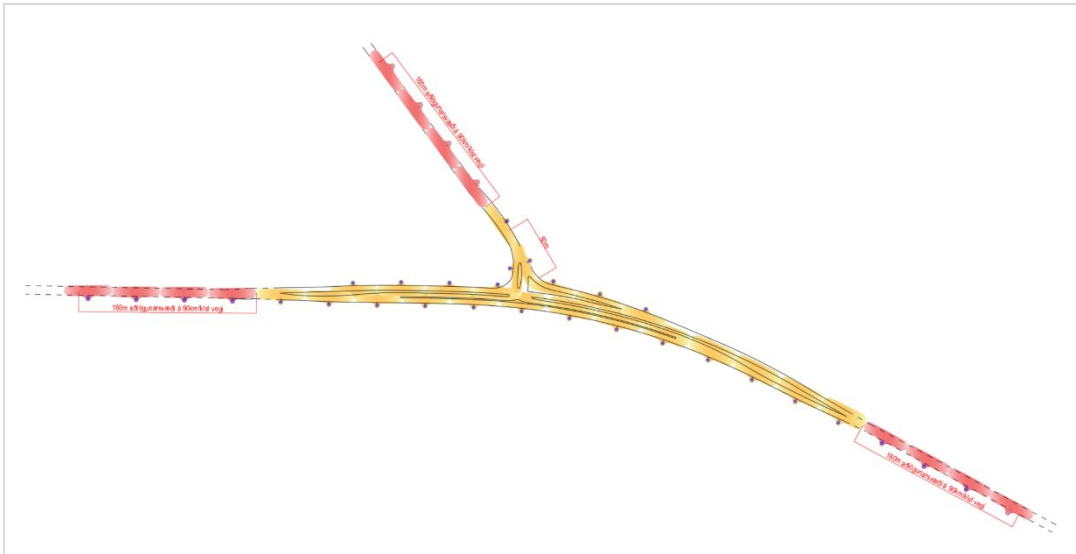
Mynd 3 Dæmi um lýsingu á tveggja akreina hringtorgi, án aðlögunarsvæðis. Veglýsing spannar vegalengd stöðvunarlengdar fyrir hönnunarhraða 90 km/klst og 0% langhalla, eða 147 m. Staurar eru ýmist staðsettir í miðdeili og við akbrautarkant.



Mynd 4 Dæmi um lýsingu á tveggja akreina hringtorgi, með aðlögunarsvæði. Lýsingin á hringtorginu er $\geq 1 \text{ cd/m}^2$ (gult svæði) og því þarf aðlögunarsvæði með lýsingu $0,5 \text{ cd/m}^2$ (rautt svæði). Staurar eru ýmist staðsettir í miðdeili og við akbrautarkant.



Mynd 5 Dæmi um lýsingu á einföldum vegamótum miðað við 90 km/klst . Almennt ættu einföld vegamót ekki að þurfa aðlögunarsvæði þar sem lýsingin þar ætti ekki að fara yfir 1 cd/m^2 . Veglýsing aðalvegjar spannar vegalengd stöðvunarlangdar fyrir hönnunarhraða 90 km/klst og 0% langhalla.

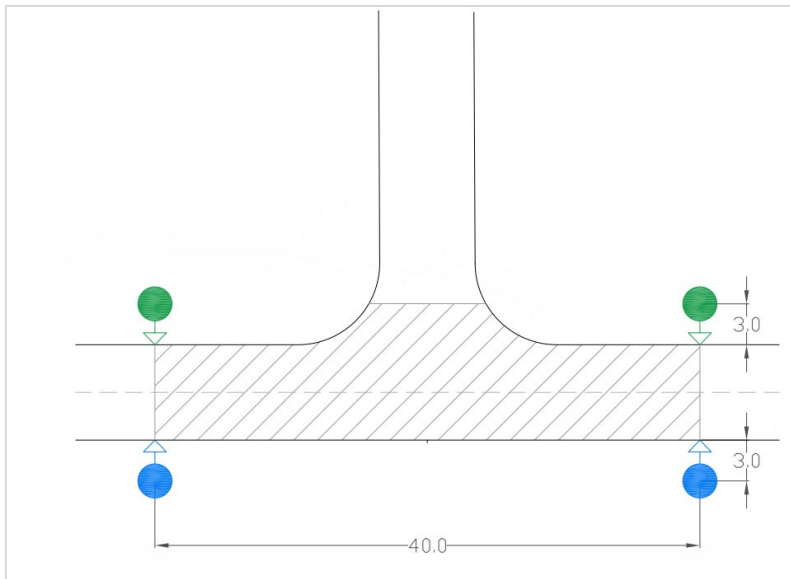


Mynd 6 Dæmi um lýsingu á stærri vegamótum miðað við 90 km/klst. Lýst svæði spannar stöðvunarlengd fyrir 90 km/klst og 0% langhalla, þ.e.a.s. 147 m. Lýsingin á vegamótunum er ≥ 1 cd/m² (gult svæði) og því þarf aðlögunarsvæði með lýsingu 0,5 cd/m² (rautt svæði).

4.2.1 Hluta lýsing vegamóta

Vegamót við ólýstan aðalveg á vanalega ekki að lýsa. Ef það er engu að síður þörf á lýsingu á vegamótin með það sem aðalmarkmið að draga úr slyshættu í myrkri eða til þess að mæta óskum um aukin þægindi og til að vekja athygli á vegamótunum og nærliggjandi byggð skal:

- Sérstaklega gæta þess að ofbirta/glýja frá uppsettum ljóskerjum trufla ekki ökumenn. Ljósker á að uppfylla kröfur um skermun í flokki G6 og ofbirtuflokk D6.
- Krafa um birtu á vegamótunum skal vera skv. flokki C4.
- Lýsingin á eingöngu að ná til vegamótanna og er uppsetningin tveir 10 m stólpar á annarri hvorri hlið aðalvegarins, eftir því sem hentar betur m.t.t. spennufæðingar. Byggist þó á því að ekki sé langt að sækja rafmagn.
- Séu vegamót með kantsteinum til stýringar skal lýsa þau að fullu.
- Sé gert ráð fyrir óvörðum vegfarendum innan öryggissvæðis skal lýsa vegamót að fullu.
- Lýsingin er reiknuð á svæði sem afmarkast af skyggða svæðinu (milli stólpa og stöðvunarlínu aðliggjandi vegar).
- Velja má hvora hliðina sem er (grænu eða bláu stólpa á teikningu) en ef að vegurinn er breiðari vegna framhjálaups eru grænu stólparnir æskilegri til að ná jafnleika á veginum.
- Ekki er mælt með stólpum á misvíxl þar sem það hefur áhrif á sjónleiðinguna.



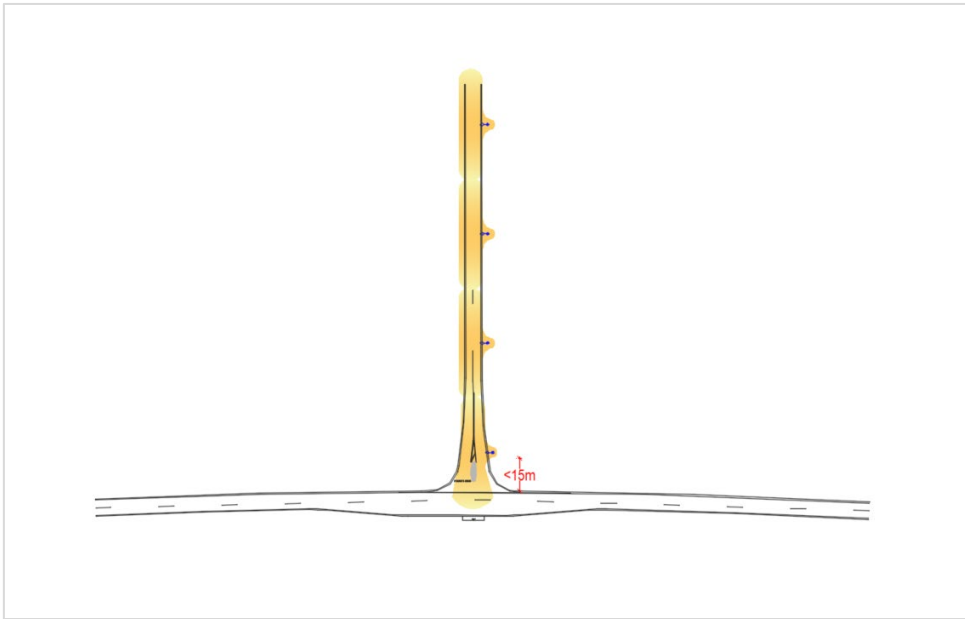
Mynd 7 Hlutlýsing T-vegamóta. Dæmigerð uppstilling er tveir stólpar, án arms (bláir eða grænir stólpar), 3 m frá veglinu með 8.000 lm LED ljósgjafa í 10 m hæð yfir yfirborði vegar, jafnvel þó að vegurinn sé breiðari vegna framhjáhlups. Lengd milli staura er 40 m, 20 m frá miðlinu hliðarvegar.

4.3 Lýstir hliðarvegir og heimreiðar

Hliðarveg á vanalega ekki að lýsa alveg upp að ólýstum aðalvegi. Ef hliðarvegir eru lýstir meðfram ólýstum aðalvegi er mikilvægt að sú lýsing spilli ekki sjónskilyrðum vegfarenda á aðalveginum. Ef lýsingin er engu að síður talin vera nauðsynleg skal:

- vera aðlögunarsvæði á honum næst aðalveginum í flokki M5/C5 og til álita kemur að lýsa vegamótin.
- fyrsta ljós vera staðsett að lágmarki 15 m frá akbrautarbrún aðalvegar.
- ljósker næst aðalveginum uppfylla kröfur um skermun í flokki G6 eða offirtuflokki D6.
- ekki setja blindandi ljós á hliðstólpa
- meta hvort ekki þurfi samtímis að lýsa stuttan kafla aðalvegarins

Það er mikilvægt að vegfarendur fái ekki rangar upplýsingar um stefnu vegarins. Í beygjum þarf því að gæta sérstaklega vel að ef lýsa á heimreiðar.



Mynd 8 Dæmi um lýsingu hliðarvegjar þegar aðalvegur er ekki lýstur.

Ef aðalvegur er lýstur mega ljósgjafar sem eru notaðir eru á hliðarvegi ekki vera bjartari en þeir á aðalveginum, en geta verið með öðrum lit þ.e.a.s. til að draga ekki úr sjónleiðni lýsingar aðalvegarins.

4.4 Undirgöng

Undirgöng skal lýsa við eftirfarandi aðstæður:

- í þéttbýli
- þegar aðliggjandi stígur er lýstur
- þegar lengd og op ganga gera það að verkum að dimmt er í göngum í dagsbirtu
- þegar umferð óvarinna vegfarenda er >10 á hámarksklukkustund t.d. í nágrenni við strætóstoppestöðvar, gönguleið barna til skóla

Þar sem lýsa á undirgöng fyrir óvarða vegfarendur skal miða við lýsingaflokk C0 á daginn/í björtu en í rökkri skal lýsa þau með sama flokki og aðliggjandi stígar utan við en að lágmarki í C5 flokki og vera í ofbirtuflokki D6.

Æskilegt er að setja upp hreyfiskynjara í undirgöng í dreifbýli.

Áverkastuðull lampu skal ekki vera minni en IK10.

4.5 Bílastæði

Mælt er með að nota ljósker í ofbirtuflokki D6. Lýsa skal bílastæði almennt skv. P2 flokki en má fara upp/niður um einn flokk ef notkunin er mikil/lítill. Dimma má niður í 20% með því að setja skynjara í hvern staur sem kveikja 100% á öllum ljósum á svæðinu við skynjun.

4.6 Þjónustukjarnar

Undir þjónustukjarna má m.a. flokka áningar-, vigtunar- og keðjunarstaði.

Áningar- og keðjunarstaði á almennt ekki að lýsa. Ef það er gert skal beina lýsingu að borðum, upplýsingastöndum og salernum. Lýsing skal almennt vera í lýsingarflokki P3 en má dimma niður í 20% með því að setja skynjara í hvern staur sem kveikja 100% á öllum ljósum á svæðinu við skynjun. Nota skal ljósker í ofbirtuflokki D6.

Vigtunarstaði skal lýsa samkvæmt handbók um hönnun eftirlitsstaða en skoða skal vandlega staðsetningu þeirra ef þeir standa við ólýstan veg.

4.7 Biðstöðvar

4.7.1. Biðstöðvar þegar aðalvegur er lýstur

Á lýstum vegum er sjaldnast þörf fyrir sérlýsingu fyrir biðstöðvar almenningsgangna. Hægt er að koma fyrir auka lýsingu við biðstöðvar og helst þannig að hún varpi ljósi inn í biðskýli ef það er til staðar. Passa þarf að slík lýsing hafi ekki truflandi áhrif á sjónleiðni vegarins framundan.

4.7.2 Biðstöðvar þegar aðalvegur er ekki lýstur

Almennt er ekki mælt með því að lýsa biðstöðvar við ólýstan veg. Ef biðstöðvar eru lýstar meðfram ólýstum aðalvegi er mikilvægt að sú lýsing spilli ekki sjónskilyrðum vegfarenda á aðalveginum. Lýsing skal almennt vera í lýsingaflokk P3 og skulu ljósker uppfylla kröfur um skermun í flokki G6 eða ofbirtuflokki D6. Notast skal við stýrða lýsingu, með hreyfiskynjara sem dimmir ljósið niður í 20% ef enginn er á biðstöðinni.

Einnig á hæð ljóss frá jörðu að vera lítil (<5m). Til greina kemur að nota sérstyrkt ljósker (IK10) við biðstöðvar til að takmarka tjón af völdum skemmdarverka.

4.8 Lýsing við fjarstýrð lokunarhlið

Til að auka vitund um svæði með fjarstýrðum lokunarhliðum á óupplýstum vegum og sýnileika fyrir myndavélaeftirlit er mælt með að svæðið sé upplýst skv. lýsingarflokki C4, með 8 eða 10 m stólpa við hliðið. Við venjulegt umferðarflæði þegar hlið stendur stöðugt opið er mælt með því að slökkt sé á lýsingunni en kveikt á henni um leið og lokun á sér stað.

Sérstaklega skal gæta þess að ofbirta/gljá frá uppsettum ljóskerjum trufla ekki öikumenn. Ljósker á að uppfylla kröfur um skermun í flokki G6 eða ofbirtuflokk D6.



Mynd 9 Dæmi um lýsingu við fjarstýrð lokunarhlið

4.9 Bráðabirgðavegir

Vegir og stígar sem eru upplýstir eru einnig upplýstir þegar lagður er bráðabirgðavegur með að lágmarki sama lýsingarflokki og aðliggjandi upplýstur vegur.

Ef bráðabirgðavegur eða stígur er byggður á óupplýstum kafla með lægri veghönnunarkröfum en vegurinn sem hann leysir af hólmi kemur til greina að setja upp tímabundna lýsingu með lágmarksljósaflokki M3/C3 til að lágmarka slyshættu og tryggja ásættanlegt umferðarflæði.

Gangbrautir eru upplýstar samkvæmt kröfum sem gefnar eru í kafla 4.11.

4.10 Lýsing göngu- og hjólreiðastíga

Það getur verið mikilvægt að lýsa göngu- og hjólreiðastíga svo gangandi og hjólandi vegfarendur geti notað þá í myrkri.

Ef slíkir göngu- og hjólreiðastígar liggja samsíða vegi með veglýsingu á að lýsa aðalveginn í samræmi við almennar kröfur til lýsingar. Samtímis þarf að passa að göngu- og hjólreiðastígar fái nægilega lýsingu í samræmi við kröfur um P-lýsingarflokka. Þannig er tekið tillit til þess að ökumenn beina athyglinni ósjálfrátt á best upplýsta svæðið.

Ef tekin hefur verið ákvörðun um að lýsa stíg sérstaklega skal mæta eftirfarandi kröfum:

- Birta á göngu- og hjólreiðastígum á ekki að vera meira en tveimur lýsingarflokkum neðar en á aðliggjandi vegi.
- Ef fjöldi gangandi og hjólandi vegfarenda er < 50 á hámarksklukkustund má miða við lýsingarflokk P4.
- Ef fjöldi gangandi og hjólandi vegfarenda er ≥ 50 á hámarksklukkustund eða stígur á miðbæjarsvæðum skal styðjast við kröfur lýsingarflokks P2.

Til að valda gangandi vegfarendum ekki ofbirtu þar sem ljós eru í lítilli hæð ($< 5\text{m}$) skal nota ljósker í ofbirtuflokki D6.

4.11 Gangbrautir

Illa eða ólýstum gangbrautum fylgir aukin slyshætta og því skal lýsing gangbrauta ávallt vera metin sérstaklega við hönnun þeirra. Almennt skal lýsa gangbrautir sérstaklega, nema við hringtorg og gatnamót. Við þær aðstæður er lýsing almennt einum flokki hærra en á aðliggjandi vegum. Lýsingu við gangbraut skal ekki slökkva í myrkri en snjallar gangbrautir má dímma þegar enginn vegfarandi er. Snjallar gangbrautir eru þær gangbrautir sem nema vegfarendur með t.d. hreyfiskynjara.

Tvær ólíkar aðferðir hafa reynst vel til lýsingar gangbrauta;

- Bein lýsing á gangbraut með jákvæðum skerpumun.
- Aukin lýsing bakgrunns með tvíhliða lýsingu vegar og skýrum neikvæðum skerpumun.

Bein lýsing á gangbraut með góðri jákvæðri skerpu er algengasta lýsingaraðferðin þar sem óvarinn vegfarandi á gangbraut birtist ökumanni upplýstur í andstæðu við dímvari bakgrunn.

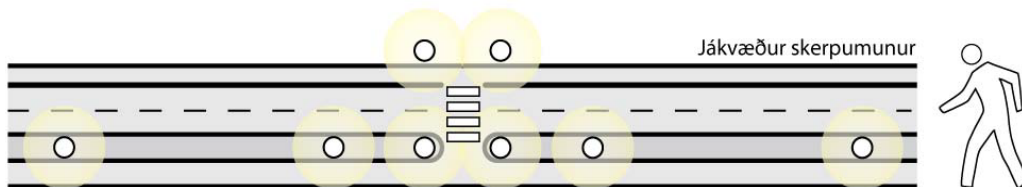
Taka skal tillit til ljósvistarSKIPulags viðkomandi sveitarfélaga, ef þau eru til staðar.

Bein lýsing á gangbraut

Með beinni lýsingu við gangbraut er hægt að ná fram jákvæðum skerpumun milli vel lýsts gangandi vegfaranda og dekkri bakgrunns. Samtímis ávinnst það að þverun götu með gönguleið sker sig úr með hærra birtustigi.

Með hvítum ljósgjöfum, í öðrum lit á gangbraut en í aðliggjandi veglýsingu, er hægt að auka sýnileika gangandi vegfarenda og leggja meiri áherslu á þverunarleiðina. Öflugri lýsingu verður hins vegar að beita með varúð. Það getur verið erfitt að ná fram jákvæðum skerpumun ef vel lýstur vegur mótar bakgrunn fyrir gangandi vegfarendur frá sjónarhóli bílstjóra.

Það getur einnig verið erfitt að sjá fótgangandi vegfarendur sem þvera veginn nærri, en utan við vel lýsta gangbrautina því það svæði verður töluvert dimmara en á lýstri gangbraut. Þess vegna getur verið nauðsynlegt að gera ráðstafanir samhliða sem tryggja að þverun götu eigi sér stað á gangbrautinni, t.d. með girðingu.



Mynd 10 Dæmi um beina lýsingu á gangbraut.

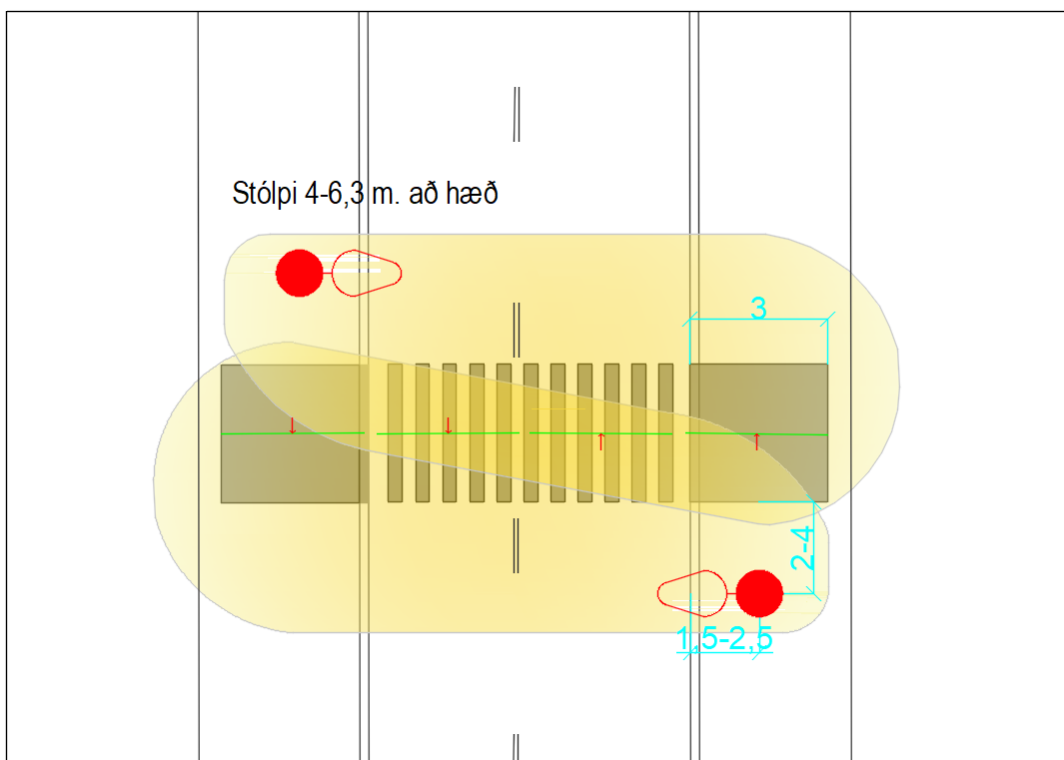
Á mynd 8 er sýnt dæmi um beina lýsingu á gangbraut á vegi með tvær akstursstefnur. Góð lóðrétt lýsing á gangbraut og biðsvæði við gangbraut næst með notkun ósamhverfs ljósabúnaðar sem staðsettur er stutt frá gangbraut við báðar akstursstefnur. Þessi lausn veitir mesta birtu á þeirri hlið óvarins vegfaranda sem snýr að umferðinni, en einnig minnsta ofbirtu fyrir hina akandi. Lýsingin kemur til viðbótar við hefðbundna lýsingu. Ágætt er að miða við að á vegum mjórri en 8 m komi 2 staurar framan við gangbraut m.v. akstursstefnu akreinar og við breiðari vegi komi 2 staurar til viðbótar þá aftan við gangbraut (sbr. dæmið á myndinni) eða í miðeyju.

Bein lýsing á vel við þegar:

- Þar sem sjónlengdir eru skertar eins og á hæðum eða beygjum eða önnur lýsing eða hlutir í umhverfi beina athygli ökumanns frá aðalveginum
- Þegar hægt er að tryggja að gangandi vegfarendur þveri ekki veginn utan við gangbrautina.
- Lausnina á ekki að nota á ólýstum vegum.

Beinni lýsingu á gangbraut skal beita á eftirfarandi hátt:

- Nota skal ljós í öðrum lit miðað við veglýsingu með góðri litaendurgjöf ($R_a > 70$, 3000K/4000K).
- Reikna skal út birtu á lóðréttum fleti þvert á veginn upp í 2 m hæð á miðri gangbraut. Séð úr aðkomuátt á birtan að vera minnst 20 lux og úr gagnstæðri átt minnst 10 lux.
- Lýsa skal svæðið þar sem gangandi vegfarendur standa og bíða eftir að þvera götuna, allt að 3 m frá gangbrautinni, minnst 10 lux.

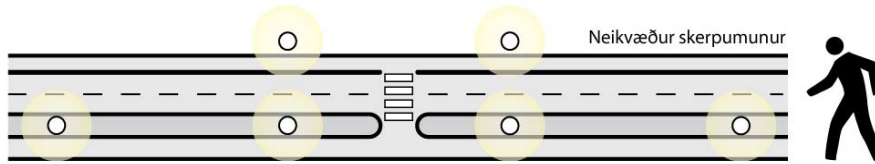


Mynd 11 Dæmi um staðsetningu stólpa við beina lýsingu

Aukin lýsing bakgrunns

Með aukinni lýsingu bakgrunns skapast neikvæður skerpumunur, sem skilur á milli dökkks vegfaranda og ljóss bakgrunns. Þannig birtast skýrar útlínur vegfaranda í gegnum ljóman frá upplýstum vegi. Mikilvægt er að lýsa vegfarandann ekki frá þeirri hlið sem snýr að umferðinni, til að útlínur hans verði sem skýrastar. Það krefst þess að ljósið, hvort sem það kemur frá vegi eða öðrum ljósgjöfum í bakgrunni, endurkastist nægilega til að ökumaðurinn skynji vegfarandann sem dökkan hlut á móti ljósum bakgrunni.

Ljósgjafar þurfa að vera staðsettir nægilega langt frá gangbraut, þannig að sá hluti vegar sem á að virka sem ljós bakgrunnur falli rétt að baki gangandi vegfaranda. Þá verður einnig að taka tillit til yfirborðs vegna; á blautum vegum er er innfalls- og útfallshorn það sama, á þurrum vegi er endurkastið dreifðara.



Mynd 12 Dæmi um aukna lýsingu bakgrunns.

Aukin lýsing bakgrunns á vel við:

- Þar sem sjónlengdir eru góðar
- Þar sem gangandi vegfarendur geta farið yfir fyrir utan skilgreint þverunarsvæði
- Í miðbæjargötum með mörgum gangbrautum
- Þar sem erfitt getur verið að koma stólpum fyrir við gangbraut

Aukin lýsing bakgrunns skal beita á eftirfarandi hátt:

- Við gangbraut á að vera aukin lýsing bakgrunns (sjá mynd 10) til að ná betri sýn fyrir bílstjóra, bæði á gangbrautinni og aðkomu að henni beggja vegna vegar.
- Á mjóum vegum og götum með samfelldum byggingum eða sambærilegu beggja vegna, má meta hvort nóg sé að hafa lýsingu öðru megin.
- Ljómi vegar við gangbraut skal vera tveim flokkum hærra heldur en vegurinn en þó ekki hærra en 30 lux næstu 50 m til beggja hliða við gangbrautina.
- Til að ná nægilegum skerpumun á milli gangandi vegfarenda og bakgrunns á næsti ljósastaur ekki að vera nær gangbraut en nemur hæð hans. Gangbraut mitt á milli tveggja ljósastaura gefur bestu sjónrænu aðstæðurnar úr báðum akstursstefnum.

5 Tæki og búnaður

Eins og fjallað er um í inngangi er búnaður til veglýsingar í sífelldri þróun sem er örari en þau ljóstæknilegu gæðaviðmið sem notuð eru. Þó eru nokkrar meginlínur sem fylgja skal og er fjallað um í þessum kafla.

5.1 Ljósastaurar

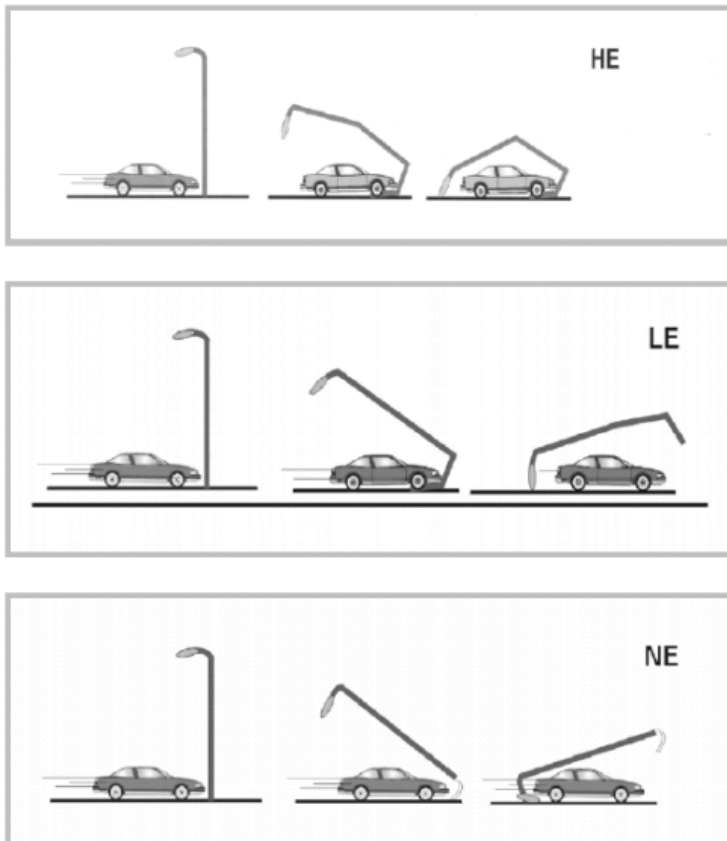
Ljósastaurar og undirstöður sem settar eru upp vegna veglýsingar, skulu uppfylla almennar kröfur sem gerðar eru til vegbúnaðar skv. Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar.

Staurar við stofn- og tengivegi og við stærri safngötur skulu vera mest 10 m háir. Við að- og fráreinar skal nota 8 eða 10 m háa staura og við stíga 5 m. Gætt skal að samfelli í þessu sambandi, þ.e.a.s. að staur hækki eða sé jafnhár þegar farið er á umferðarmeiri veg.

Staurar skulu vera í samræmi við staðlaröðina *ÍST EN 40 Lighting Columns*. Taka þarf tillit til vindálags, útbeygjuflokks og landaðstæðna.

Staurar eru oftast staðsettir innan öryggissvæða vega og skal taka mið af því við útfærslu lýsingarkerfisins. Nota skal eftirgefanlega staura innan öryggissvæðis en flokkun þeirra fer eftir orkuídrægni sbr. staðal *ÍST EN 12767 Passive safety of support structures for road equipment - Requirements and test methods*.

- HE „High energy absorbtion“, dregur nánast alveg úr hraða ökutækis við árekstur
- LE „Low eneregy absorbtion“, dregur að miklu leyti úr hraða ökutækis við árekstur
- NE „No energy absorbtion“, dregur lítið sem ekkert úr hraða ökutækis við árekstur



Mynd 13 Flokkun eftirgefanlegra ljósastaura eftir orkuídrægni

NE staurar, stundum nefndir klippistaurar, geta kastast til hliðar við árekstur og henta því ekki þar sem óvarðir vegfarendur eiga leið um. HE og LE staurar, stundum nefndir krumpustaurar, losna ekki frá undirstöðum heldur beygjast eða leggjast niður við árekstur. HE og LE staurar henta því í þéttbýli og þar sem umferð óvarinna vegfarenda fer um.

Staurar í öllum flokkum, HE, LE og NE, fá skilgreindan öryggisstuðul 1-4 sem segir til um hröðun á fólki í ökutækjum við árekstur. Hærri tala boðar minni hröðun á fólki, þar með minni hættu á áverkum og auknið öryggi. Staurar eru einnig framleiddir fyrir skilgreindan hraða s.s. HE 50, HE 70 og HE 100 háð hraða þess vegar sem staurar eru ætlaðir fyrir.

Það er mikilvægt að velja staura í réttum orkuflokki miðað við aðstæður á hverjum stað. Eftirsóknarvert er að velja NE staura með sem hæstum öryggisstuðli við aðstæður þar sem vegfarendum umhverfis veg er ekki ógnað en staura í flokki HE þar sem mikil hættu er á árekstri staura eða ökutækja við óvarða vegfarendur.

Ef staur er varinn með vegriði og utan virknibreiddar vegriðs þarf ekki eftirgefanlega stólpa.

Ekki má festa skilti eða annan búnað t.d. jólaskeytingar á HE og LE staura.

Almennt skal ekki nota arm á staur nema þess sé þörf. Það á þá sérstaklega við þar sem þarf að stækka áhrifasvæði lýsingar t.d. við vega- og gatnamót, að- og fráreinar eða á margra akreina vegum.

Lágmarksfjarlægð staura frá vegi má nálgast í Veghönnunarreglum Vegagerðarinnar, í kafla 2.2 og miðast sú fjarlægð við hönnunarhraða.

5.2 Ljósker

LED ljósgjafar eru orðnir allsráðandi í nýjum verkefnum í dag. Er það einkum ljósnýtni, langur líftími, góð litaendurgjöf, möguleikar á dimmingu og orkusparnaður sem hafa valdið því að LED hefur tekið við af eldri ljósgjöfum.

Ljósker skulu vera með a.m.k. eitt Zhaga tengi á toppi þess, þannig að mögulegt sé að setja fjarstýranlegan stýribúnað á ljóskerið ef ákvörðun verður tekin um að taka slíkan búnað í notkun. Í sumum tilfellum gæti verið gerð krafa um annað Zhaga tengi á botni ljóskersins til þess að tengja t.d. hreyfiskynjara, mengunarskynjara eða einhvern annan búnað. Slíkur búnaður gæti annað hvort nýst til þess að stýra ljósinu eða safna upplýsingum og senda þær í miðlægan gagnagrunn í gegnum samskiptaeiningu í hinu Zhaga tenginu.

Ljósker eru misjöfn að gæðum og eðlilegt er að gera ríkar kröfur til seljenda þeirra um að leggja fram áreiðanleg gögn um gerð þeirra, prófanir og ljóstæknilegar mælingar. Þau þurfa líka að vera þannig úr garði gerð að viðhald og rekstur sé einfaldur. Rafkerfishlutar ljóskersins (tengi, ljósgjafar og spennu- eða straumgjafar) skulu uppfylla allar almennar kröfur um raforkuvirki, varðandi þéttleika og annan frágang.

Ljósker til veglýsingar skulu uppfylla eftirtaldar lágmarkskröfur:

Tafla 7 Lágmarkskröfur til ljóskerja til veglýsingar

Þéttleiki lampahúss:	IP65 eða meiri
Höggþol:	Að minnsta kosti IK08
Tæringavörn	C5 - Sjávarsvæði með mikilli seltu C4 - Iðnaðar- og sjávarsvæði með meðal seltu C3 - Önnur svæði
Þyngd:	< 15 kg
Vindflötur:	Má ekki vera stærri en 0,15 m ² .
Festingarmáti:	Lampar festast ýmist beint ofan á stólpa eða á tvöfaldan arm. Þvermál festingar er 60 mm.
Lampahús:	Lampahús skal vera úr áli.
Gler/Ljóshlíf:	Ljóshlíf er ekki krafist umfram þeirrar varnar sem díóðurnar þarfnast til að uppfylla höggþol. Ef ljóshlíf er notuð þá skal hún vera varin fyrir sólarálagi (UV vörn).
Aflstuðull (cos ϕ)	\geq 0,9 við fullt afl.

Litarhitastig:	4.000K á stofnbrautum, 3.000K á minni götum og á stígum en gangbrautir í öðrum lit heldur en gatan, 3000 eða 4000K
Litarendurgjöf:	≥ Ra70
Stöðugt ljósstreymi:	Lampar skulu vera með stöðugu ljósstreymi („CLO = Constant Light Output“).
Líftími	Miða skal við að líftími lampa og alls búnaðar í honum sé ekki lægri en 100.000 klst. miðað við L90B10 (ÍST EN 62722-2)
Varnarflokkur	Class II
Skermunarflokkur	Almennt G4 eða hærra
Glýjugildi	Fyrir gangandi og hjólandi D5 eða hærra (á ákveðnum stöðum er krafist D6.)
Nýtni	>120 lm/W
Yfirspennuvörn	10kV
Tengill f. stýringu	ZHAGA Book 18 á toppi lampans
Stjórnþúnaður	DALI-2 með D4i straumfestu
Stýringar ef krafist:	Lampar skulu vera með innbyggðum búnaði til dimmingar, þannig að lýsingarkröfur falli um að minnsta kosti einn lýsingarflokk frá þeim kröfum sem tilgreindar eru. Þessi dimming skal vara í þrjár klukkustundir fyrir og fimm klukkustundir eftir miðju logtíma.
Ábyrgðartími	Lágmarks ábyrgðartími skal vera 5 ár frá afhendingardagsetningu
Tæknilegar kröfur	Sem viðmið við innkaup ljóskerja er stuðst við Tækniskýrslu frá norrænum vinnuhóp um veggöng „NMF01:- LED luminaries-requirements“.

5.3 Rafkerfi

Ljósker skulu gerð fyrir 230 V / 50Hz netspennu. Dreifikerfi, tengingar og varnir rafkerfis veglýsingar skulu í öllum atriðum uppfylla viðeigandi kröfur um gæði og öryggi, sbr. ákvæði reglugerðar um raforkuvirki. Gera skal ráð fyrir að rafkerfi allra uppsettra lýsingarvirkja standist úttekt faggildrar skoðunarstofu á sviði rafmagnseftirlits.

Í stólpa skal koma fyrir stauratengiboxi með 2-6A vari. Boxið skal vera IP44, í varnarflokki II og fyrir a.m.k. þrjá innkomandi 5x16q Al/Cu strengi ásamt tveimur 3x2,5 útgangandi strengjum.

6 Ljósastýringar

6.1 Miðlæg stýring eða staðstýring

Til að ná fram sem bestum rekstri á vegljýsingarkerfum, sem aðlöguð eru staðbundnum birtu- og umferðaraðstæðum, er rétt að byggja stýringuna á ljósmælingum og umferðarmagni á hverju svæði fyrir sig. Þetta er líka mikilvæg forsenda þess að ljósakerfin geti, eins og hægt er, virkað sem sjálfstæðar (sjálfstýrandi) einingar. Það þarf að vera hægt að stjórna lýsingunni sjálfvirkt með staðbundnum ljósmælingum eða sólúri ef samskipti við miðlæg kerfi bila.

Við hönnun rafdreifiskápa þarf að gera ráð fyrir því að hægt sé að stjórna þeim á staðnum af rekstraraðila kerfisins.

Val á miðlægri eða staðbundinni stýringu byggist á greiningu á þörfum og ávinningi á hverju svæði fyrir sig. Hluti orkusparnaðarins í kerfinu byggist á einföldum aðgerðum og staðbundinni stjórnun. Í flestum tilfellum er þó hægt að ná fram mun meiri orkusparnaði með stærri fjárfestingum eins og í miðlægu ljósastýringakerfi og virknisstýrðri lýsingu.

6.2 Stýring vegljósalampa

Það eru aðallega notaðar þrjár leiðir til að stjórna vegaljóskerfum:

1. Kveikt/slökkt á götuljósakerfum með stýringu í rafdreifiskápum. Kerfinu er yfirleitt stýrt af staðbundnum ljósnema. Að öðrum kosti er hægt að stjórna kerfinu með klukku, sólúri, stýrimerki frá miðlægu stjórnkerfi, umferðarþéttleikaskynjara, veðurstöð eða blöndu af þessum stýringum.
2. Kveikt/slökkt og miðnæturdeyfing (deyfing í straumfestu lampans með fyrirfram forrituðu deyfingarsniði). Ljósín eru lýst af fullum krafti (100%) og tíminn á deyfingu er reiknaður sem fjöldi klukkustunda fyrir og eftir þann tíma sem er mitt á milli kveikt og slökkt. Sjá staðlað ljósdeyfingarsnið í *NMFO1 Led ljós - kröfur*.
3. Dimming í gegnum straumfestur með DALI inngangi. Meginreglan gerir ráð fyrir samskiptum á milli ljósabúnaðarins og miðlægs stjórnkerfiskerfis, annað hvort með fullum tviátta samskiptum eða sem forrituð "stand alone" lausn. Þetta gerir mögulegt að stilla lýsinguna eftir aðstæðum og augnablikssértækri lýsingarþörf sem veitir bestu aðlögun lýsingarinnar hverju sinni. Virknisstýrð lýsing með skynjun á viðveru getur enn frekar aukið orkusparnaðinn en tvær fyrri meginreglurnar lýsa.

Lampar skulu vera búnir Zhaga Book18 tengjum á toppi þeirra. Zhaga tengið tengist DALI og 24V straumfæðingu frá straumfestu lampans. Straumfestur skulu vera af

gerðinni; DALI-2, D4i LED drivers. Zhaga einingar sem smellt er í tengið tengjast þráðlaust við aðrar Zhaga einingar og miðlægt stjórnkerfi gegnum aðgangspunkta kerfisins.

Æskilegt er að lampar hafi einnig 2 þræði í straumkapli lampans sem tengjast DALI samskipum í straumfestunni. Með þessari tengingu skapast möguleiki á að tengja annan búnað við straumfestuna, s.s. hreyfiskynjara og samskiptaeiningar sem tengdar eru á ljósleiðara eða með tíðnimerkjum á straumkapli kerfisins.

Ef um er að ræða full tviátta samskipti geta samskiptin við ljósabúnaðinn farið fram með merki um ljósleiðara, þráðlausu sambandi, farsímasamskiptum eða tíðnimerkjum eftir rafstrengjum (PLC). Straumfestan getur fylgst með útgangi til LED einingarinnar í hverjum lampa fyrir sig. Það má t.d. fá mælingu á straumi lampans sem gefur tækifæri til að fylgjast með orkunotkun hans, sem og að stilla stig fyrir virknisstýrða ljósstjórnun. Við mat á þessari lausn, þarf að hafa til hliðsjónar þann aukakostnað við þjónustu og rekstur kerfisins sem skapast, miðað við þær ofangreindu lausnir sem eru sjálfstæðari.

6.3 Stýring veglýsingarkerfa

Notkun ljós nema skal samræma. Gæði, staðsetning og viðhald búnaðarins skiptir sköpum fyrir notkun hans. Mælt er með notkun búnaðar með opnum samskiptastöðlum TALQv2, svo hægt sé að nota hugbúnað/stýrikerfi frá sem flestum birgjum.

Vegna breytilegra veðurs, aksturs- og færðarskilyrða sem og ástands ljósakerfisins, getur raunverulegt birtustig kerfisins verið hærra en krafist er. Kerfið er þá hægt að dimma þannig að mælt birtustig sé jafnt kröfunni fyrir lýsingarflokkinn.

Dimma skal veglýsingarkerfi á því tímabili þegar klukkustundarumferð er minni en almennt (á nóttunni) og á sama tíma er lítil umferð gangandi og hjólandi. Tímabilið er hægt að ákvarða út frá meðalumferðarmynstri. Dimming er sérstaklega viðeigandi fyrir ljósaflokka M3 / C3 og hærrí. Mögulega er hægt að dimma kerfið niður um 2 lýsingaflokka, sjá mynd 4 í *NMFO1*. Hægt er að dimma virknisstýrða lýsingu í 20% af fullri lýsingu.

Fast deyfingarsnið er notað sem grunnur fyrir miðnæturdreyfingu. Ef óskað er eftir að nota annan prófíl fyrir tíma eða dimmingu, þarf að geta þess í áhættumati og rökstyðja.

6.4 Ljósneymar

Ljósneymar verða að hafa þéttleika sem er að minnsta kosti IP 65 með útgangsmarki sem er aðlagð að því stjórnkerfi sem notað er.

Kröfur um mælisvæði:

- Veglýsing: 0 - 100 lux,
Heildarnákvæmni ætti að vera að hámarki +/- 3% af kvarða.
- Hitastig - 40 til + 50 °C

Ljósneymar fyrir veglýsingu eru settir lóðrétt (helst mót norðri) og þannig staðsettir að geislun frá bílljósum og öðrum ljósgjöfum hafi ekki áhrif á þá.

Mælt er með því að ljósakerfið kveiki og slökkvi á sér við u.þ.b. 20 lux. Stjórnkerfið verður að sjá um seinkun, nægilega seinkun sem kemur í veg fyrir að ljósið slökkni stuttu eftir að kveikt er.

7 Heimildasafn

Eins og getið var í upphafi er nokkuð stuðst við ritið *V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning* við gerð þessara leiðbeininga. Ýmsar aðrar heimildir hafa verið notaðar og þá er einnig vísað í staðla í nokkrum tilfellum.

Heiti	Útgefandi	Ár	Land	Frekari skýring
CEN/TR 13201-1: Road lighting - Part 1: Selection of lighting classes	Staðlaráð / CEN	2014	CEN	Tækniskýrsla
ÍST EN 12464-2: Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoorwork places	Staðlaráð / CEN	2014	CEN	Lýsingarkröfur vinnusvæða utanhúss
Götu- og veglýsing, reglur um lýsingu gatna og vega	Ljóstæknifélag Íslands	2007	IS	4. útg. jan. 2009
ÍST EN 12767: Passive safety of support structures for road equipment	Staðlaráð / CEN	2007	CEN	
ÍST EN 13201-2, Road lighting - Part 2: Performance requirements	Staðlaráð / CEN	2015	CEN	Lýsingarkröfur
ÍST EN 40: Lighting columns	Staðlaráð / CEN	-	CEN	Staðlaröð
ÍST EN 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	Staðlaráð / CEN	2000	CEN	Verndarstig sem umlykjur veita (IP-tákn)
Lýsing þjóðvega utan þéttbýlis	Línuhönnun fyrir Vegagerðina	2002	IS	
Veglýsing utan þéttbýlis, leiðbeiningar	VSB	2009	IS	
Roadway lighting RP-8-00	Illuminating Engineering Society og North America (IESNA)	2005	US	Reaffirmed 2005 (staðfest í gildi 2005)
Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning	Statens vegvesen	2021	NO	V124
Vägar och gators utformning Väg- och gatubelysning	Vägverket och Svenska Kommunförbundet	2015	SE	VV Publikation 2004:80
Veg- og gatelys: Om planlegging og bruk av lys, stolper og armaturer	Statens vegvesen	2002	NO	Veiledning #237
Veg- og gateutforming	Statens vegvesen	2019	NO	N100

Veglýsing, tæknilegar forsendur – Tillaga að íslenskum reglum	Egill Skúli Ingibergsson fyrir Vegagerðina	2003	IS	
Vejregler for vejbelysning	Vejdirektoratet i samarbejde med kommuner	1999	DK	
Vegtunneler	Statens vegvesen	2021	NO	N500
ÍST EN 60598-1, Ljósker - Hluti 1: Almennar kröfur og prófanir	Staðlaráð / CEN	2015	IS	
ÍST EN 62722-2, Nothæfi ljóskera - Hluti 2-1: Sérstakar kröfur varðandi ljósdíóðuker	Staðlaráð / CEN	2016	IS	
LED-luminaires-requirements	NMF01	2021		NMF01 (nmfv.dk)

<https://www.zhagastandard.org/> Upplýsingar um Zhaga staðalinn

<https://www.digitalilluminationinterface.org/dali/> Upplýsingar um Dali staðalinn

8 Fylgiskjöl

8.1 Tölur fyrir lýsingarflokkar

Tabell 2.3: Belysningsklasser i M-serien for vegar og gater med fartsgrense 40 km/t eller høyere

Klasse	Kjørebansens luminans			Syns- nedsettende blending		Belysning av omgivelsene
	Tørr tilstand			Våt tilstand	Tørr tilstand	
	L_m i cd/m ² (minimum opprettholdt nivå)	U_O (minimum)	U_I ¹⁾ (minimum)	U_{ow} ²⁾ (maksimum)	f_{TI} ³⁾ (minimum) %	R_{EI} ⁴⁾ (minimum)
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30

1) Den langsgående jevnheten (U_I) gir et måltall på oppfattelsen av et gjentatt mønster av mørke og lyse felter på vegoverflaten i lengderetningen og er slik sett bare relevant for lengre uavbrutte vegstrekninger og bør følgelig bare benyttes i disse tilfellene. Verdiene i kolonnen er å anse som minimums anbefalte verdier for den respektive belysningsklassen, men kravet kan økes hvis spesielle hensyn med tanke på vegutforming eller nærmere behovsanalyse skulle tilsi det.

2) Dette er det eneste kriteriet som er referert til våt veg, og er et krav som kommer i tillegg til jevnhet på tørr veg.

3) Verdiene fastsatt i kolonne for f_{TI} er å anse som maksimum tillatte for den respektive belysningsklassen.

4) Dette kriteriet (the edge illuminance ratio) erstatter tidligere SR og benyttes i de tilfeller hvor det ikke er noen trafikkområder med egne belysningsanlegg direkte tilstøtende den aktuelle belyste vegen (f. eks fortau).

N100 Veg- og gateutforming

Tabell 2.4: Belysningsklasser i C-serien

Klasse	Horizontal belysningsstyrke		
	E_m i lux (minimum opprettholdt)	U_O (minimum)	f_{TI} (maksimum) %
C0	50	0,40	15
C1	30	0,40	15
C2	20,0	0,40	15
C3	15,0	0,40	20
C4	10,0	0,40	20
C5	7,50	0,40	20

N100 Veg- og gateutforming

Tabell 2.6: Belysningsklasser i P-serien for gang- og sykkelveger

Klasse	Horisontal belysningsstyrke			Tilleggskrav til vertikal belysningsstyrke hvis relevant	
	E_m [lux] ¹⁾ (minimum opprettholdt)	E_{min} [lux] (oppretholdt)	f_{T1} (maksimum %)	$E_{v,min}$ [lux] (oppretholdt)	$E_{sc,min}$ [lux] (oppretholdt)
P1	15,0	3,00	20	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	25	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	25	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	30	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	30	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	35	0,6	0,2

1) For å sikre god jevnhet skal den beregnede verdien for E_m ikke overstige 1,5 ganger E_m angitt for belysningsklassen.

N100 Veg- og gateutforming