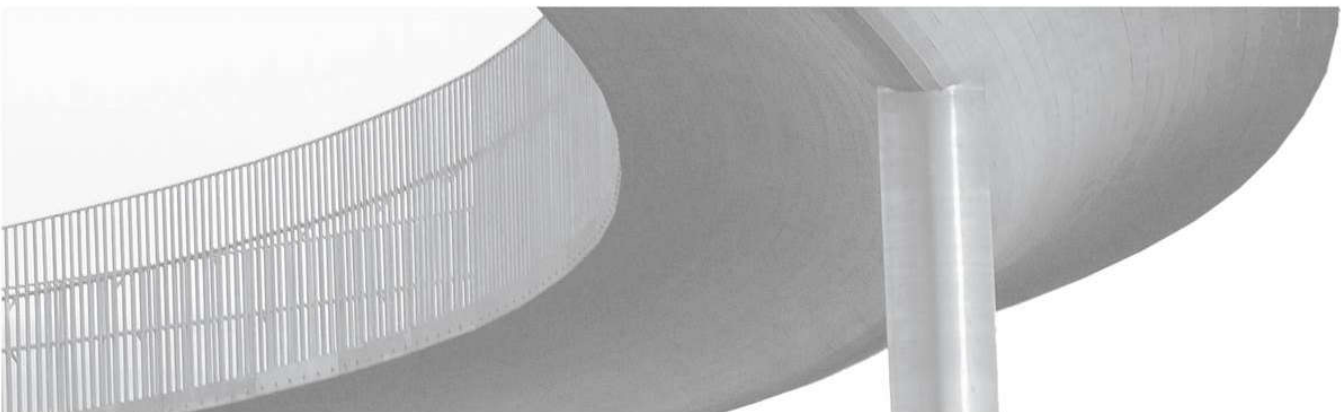


## GJALDTAKA Á STOFNBRAUTUM HÖFUÐBORGARSVÆÐIS

Snið 18, Fossvogur - Elliðaárdalur

21.09.2021





## SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

### SKJALALYKILL

9231-001-SKY-001-V01

### SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

24

### VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Þorsteinn Hermannsson

### VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Guðmundur Guðnason

### LYKILORÐ

Gjaldtaka, veggjöld

### STAÐA SKÝRSLU

- Drög
- Drög til yfirlstrar
- Lokið

### DREIFING

- Opin
- Dreifing með leyfi verkkaupa
- Trúnaðarmál

### TITILL SKÝRSLU

Gjaldtaka á stofnbrautum höfuðborgarsvæðis

### VERKHEITI

Kostnaður við uppsetningu í sniði 18

### VERKKAUPI

Betri samgöngur

### HÖFUNDUR

Arnar Þór Stefánsson, Hannes Ingi Jónasson, Kristinn Hauksson, Hávarður Finnbogason.

### ÚTDRÁTTUR

Niðurstöður leiddu í ljós að þau kerfi sem eru í notkun í dag reiða sig á mismunandi lausnir. Stærsti munurinn liggur í hvort notaðir séu veglyklar með myndgreiningu eða eingöngu myndgreining. Myndgreiningartækni hefur fleygt fram og því margt sem mælir með því að sleppa veglyklum, rekstraraðilar gjaldkerfa í Osló vilja t.d. hætta notkun þeirra. Mælt er með kerfi sem byggir á myndgreiningu fyrir mögulegt nýtt gjaldtökukerfi hér á höfuðborgarsvæðinu.

Kostnaður á hverja akrein er talinn vera um 16,5 milljónir m. vsk. Í sniði 18 (Fossvogur – Elliðaárvogur) eru alls 22 akreinar og búnaður er því talinn kosta í kringum 360 milljónir. Að auki er áætlað að hugbúnaður fyrir bakvinnslu og reikningagerð geti hlaupið á bilinu 200-400 milljónir króna. Sá kostnaður er að miklu leiti óháður stærð og staðsetningu kerfis og myndi nýtast við aðra gjaldtöku á sama formi, hvar sem er á landinu, hjá öllum rekstraraðilum.

## ÚTGÁFUSAGA

---

NR.	HÖFUNDUR	DAGS.	RÝNT	DAGS.	SAMÞYKKT	DAGS.
01	Arnar Þór Stefánsson	20.09.21	Kristinn Hauksson	20.09.21	Guðmundur Guðnason	21.09.21

---

---

---

---

## SAMANTEKT

Markmið verkefnisins var að skoða hvaða leið er talin best við val og uppsetningu á gjaldtökubúnaði við svokallað snið 18, Fossvogur-Elliðaárvogur, m.t.t. umfangs og staðsetningar búnaðar, svo og nauðsynlegan vél- og hugbúnað því tengdu. Í verkefninu felst að áætla nauðsynlegan búnað sem þarf á hverjum stað ásamt miðlægum búnaði, hvað þessi búnaður kostar og hvað kostar að setja hann upp. Horft var sérstaklega til þeirra lausna sem í notkun eru í Osló. Gróflega var lagt mat á rekstrarkostnað gjaldtökukerfisins.

Tekin voru viðtöl við sérfræðinga norsku vegagerðarinnar, Statens Vegvesen, rætt við rekstraraðila Vaðlaheiðarganga, rekstraraðila gjaldkerfisins í Osló, auk fjölda annarra sérfræðinga bæði innan og utan EFLU sem komið hafa að verkefnum tengdum innheimtu veggjalda. Að auki fór heimildavinna fram með rýni á skýrslum sem byggja á reynslu af rekstri slíkra kerfa, einkum á Norðurlöndunum.

Niðurstöður leiddu í ljós að það kerfi sem eru í notkun í dag í Osló er að reynast rekstraraðilum þess vel. Kerfið býður uppá veglyklagreiningu en greining fer að lang stærstum hluta fram með myndgreiningu eingöngu. Myndgreiningartækni hefur fleygt fram og eru margir þeirrar skoðunar að ekki sé þörf á veglyklum lengur. Áætlað er að 98% bifreiða greinist sjálfkrafa, en um 1 milljón bifreiða er greind dag hvern í Osló. Varðandi rekstrarkostnað gjaldkerfa þá hefur reynslan sýnt að í sögulegu samhengi, í Noregi, hefur rekstrarkostnaður þeirra verið á bilinu 6-10%. Ljóst er að nauðsynlegt er að fara í heildreina greiningu til að varpa ljósi á raunverulegan rekstrarkostnað í nýju íslensku kerfi.

EFLA áætlar að kostnaður við innkaup á sjálfvirkum myndgreiningarbúnaði til gjaldtöku getið verið í kringum 16,5 milljónir króna fyrir hverja akrein í kerfinu. Inni í þeirri tölu er jarðvinna, hlið, innkaup á myndavélabúnaði, stjórnskápar, uppsetning og tenging við rafmagn og önnur kerfi. Verðið er háð þeim kröfum sem gerðar eru til búnaðarins. Alls eru þetta því um 360 milljónir fyrir þær 22 akreinar sem eru í sniði 18. Að auki munu innkaup á hugbúnaði fyrir bakvinnslu fyrir allt kerfið geta kostað á bilinu 200 til 400 milljónir. Þessi hugbúnaður mun geta nýst við önnur gjaldtökuverkefni á vegum landsins og þróun hans nauðsynleg með tilliti til áætlana stjórnvalda um gjaldtöku annarsstaðar á Íslandi.



## EFNISYFIRLIT

SAMANTEKT	5
1 INNGANGUR	9
2 GJALDTÖKUBÚNAÐUR	11
2.1 Gjaldtökukerfi	11
2.2 Kerfismynd – myndgreining	13
2.3 Veglyklar og myndavélar	14
2.4 Gjaldhlið	15
2.5 Aðgengi að rafmagni og fjarskiptatengingum	16
2.6 Kostnaður	18
3 HUGBÚNAÐUR OG MIÐLÆGAR LAUSNIR	20
3.1 Um hugbúnað í gjaldkerfum	20
3.2 Vaðlaheiðargöng	21
3.3 Norska kerfið	21
3.4 Innkaup á hugbúnaði fyrir bakvinnslu og reikningagerð	22
4 REKSTUR GJALDKERFIS	23
VIÐAUKI A TEIKNINGAR FRÁ FRUMHÖNNUN	24

## MYNDASKRÁ

<b>MYND 1:</b> Snið 18 merkt með rauðum hring. _____	9
<b>MYND 2:</b> Yfirlitsmynd fyrir gjaldtökukerfi frá því að ökutæki greinist þar til upplýsingar eru komnar í miðlægan grunn. _____	13
<b>MYND 3:</b> Greining ökutækja í gjaldhliði. _____	14
<b>MYND 4:</b> Planmynd sem sýnir uppsetningu búnaðar í hliði á Reykjanesbraut. Meta þarf fjarlægðir í hverju tilfalli. _____	16
<b>MYND 5:</b> Sniðmynd af gjaldtökubúnaði fyrir Reykjanesbraut . _____	16

## TÖFLUSKRÁ

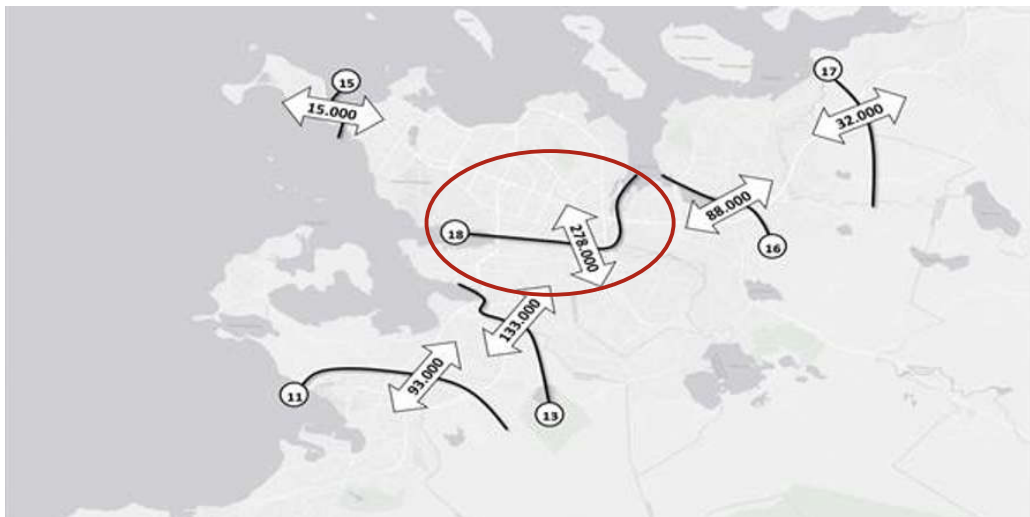
Tafla 1. Áætlaður kostnaður við gjaldhlið og gjaldtökubúnað. Öll verð með vsk. _____	18
--	----



## 1 INNGANGUR

Þegar kemur að vali á lausn til gjaldtöku er að mörgu að hyggja. Þar sem sjálfvirk gjaldtaka hefur farið fram í töluverðan tíma erlendis var ákveðið í upphafi skýrsluskriða að horfa til þess kerfis sem sett hefur verið upp í Osló fyrir 2 árum og nefnt hefur verið Oslópakki 3. Starfsfólk EFLU kom m.a. að hönnun þess kerfis. Kannað var hvernig tækjabúnaður hefur reynst þeim sem hann nota, skoða tækniþróun þeirra og leggja mat á hvort heppilegt væri að innleiða samskonar kerfi í Reykjavík. Meðal atriða sem skýrsluhöfundar lögðu áherslu á að greina má nefna eftirfarandi:

- Hvar á að staðsetja gjaldstöðvar til að tryggja gjaldtöku við snið 18?



**MYND 1:** Snið 18 merkt með rauðum hring.

- Hvers konar gjaldtökukerfi má telja heppilegast
- Hverjir eru kostir og ókostir veglykla í samkeyrslu með myndavélatækni?
- Hvaða möguleikar eru fyrir hendi við innkaup á hugbúnaði fyrir nýtt gjaldkerfi?
- Frumkostnaðaráætlun á gjaldhliði, búnaði og rekstrarkostnaði.

Skýrslan fjallar því bæði um þann myndavélabúnað sem nauðsynlegur er til að nema umferð á völdum stofnbrautum auk hugbúnaðar sem ætlað er að gera gjaldtöku ökutækis mögulega, á sem skilvirkastan hátt. Til að reyna að varpa ljósi á þessi atriði höfðu skýrsluhöfundar samband við norska sérfræðinga norsku vegagerðarinnar (Statens Vegvesen) og Fjellinjen, sem hafa áratuga reynslu af uppsetningu og rekstri sjálfvirks gjaldtökubúnaðar. Einnig var haft samband við rekstraraðila Vaðlaheiðarganga og upplýsinga leitað um hvernig þær lausnir sem þar voru valdar hafa reynst. Að lokum var rýnt í skýrslur sem birtar hafa verið, meðal annars um næmni búnaðar og safnað saman þekkingu og reynslu innan EFLU frá þeim sem unnið hafa í gjaldtökuverkefnum.

## 2 GJALDTÖKUBÚNAÐUR

Í þessum kafla eru skoðuð atriði sem snúa að vali á búnaði til gjaldtöku og uppsetningu á slíkum búnaði. Má þar nefna ítarlega útskýringu á flæði í kerfinu, uppsetningu og kostnaði.

### 2.1 Gjaldtökukerfi

Nauðsynlegt er að það kerfi sem notað er við gjaldtöku sé sjálfvirkt, trúfli ekki umferðarflæði og rekstrarkostnaður sé lágmarkaður eins og kostur er. Við gerð kerfis fyrir umferðapunga vegi er mjög mikilvægt að allt ferlið sé eins skilvirkt og kostur er, til að lágmarka handvirka vinnslu gagna. Handvirk úrvinnsla hefur í för með sér hærri rekstrarkostnað. Þau kerfi sem notuð hafa verið á Íslandi eru á vegum sem bera litla umferð samanborið við stofnbrautir á höfuðborgarsvæðinu, og því koma slík kerfi ekki til greina á því svæði.

#### Helstu mögulegar útfærslur:

- a) **Mæling á ekinni vegalengd:** Akstur þungra ökutækja í Evrópu er víða mældur með gervihnattastaðsetningu og þannig innheimt fyrir raunverulegan akstur. Í dag er ekki vitað um neitt kerfi í heiminum sem notar svona gjaldtöku fyrir einkabíla. Hins vegar eru þau í undirbúningi í Singapore, Indlandi og Indónesíu. Ætlunin er að hefja notkun á slíku kerfi í Singapore árið 2022 og á Indlandi á næstu tveimur árum. Í þessum kerfum er gert ráð fyrir að í alla bíla sé settur staðsetningarbúnaður OBU (On Bord Unit) sem kostar í dag um 100-150 evrur og ísetning hans líklega a.m.k. annað eins. Hann kominn í bílinn kostar því líklega um 40-50 þús. ÍSK. Þetta eru því verulegur kostnaður á bílaeigendur. Á þéttbýlum svæðum getur þurft búnað við götur til að styrkja gervihnattastaðsetningu kerfis. Óvíst er um rekstrarkostnað slíks búnaðar en í Singapore er talað um að mögulega sé hann ekki lægri en reksturs gjaldhliða. Ljóst er að ekki er kominn nein reynsla á gjaldkerfi fyrir einkabíla byggða á gervihnattastaðsetningu í heiminum í dag. Því er ekki mælt með upptöku svona kerfis hér á landi í dag, hvað svo sem framtíðin ber í skauti.

**b) Myndgreing:** Gjaldtaka með myndgreiningarbúnaði er mjög algeng í dag. Hröð og stöðug þróun í myndavélum hefur gert greininguna betri og jafnframt búnaðinn ódýrari. Í Osló er t.d. tvennskonar myndgreiningarbúnaður í notkun. Annarsvegar myndavélar sem greina skráningarskilti og fylgja svo skráningarskiltinu í gegnum gjaldhliðið með myndgreiningu skiltis. Hins vegar er það myndgreining og leysiskanni sem skynjar ökutækið og fylgir því eftir í gegnum gjaldhliðið meðan myndgreiningarbúnaður greinir skráningarskilti. Myndgreining ásamt leysiskanna er ótvíræður kostur samkvæmt viðtölum við rekstraraðila kerfis í Osló. Ef eingöngu fer fram myndgreining er hætta á því að búnaðurinn týnir ökutækinu á leið sinni í gegnum gjaldhliðið og þegar það er leiðindaveður geta verið töluverð afföll.

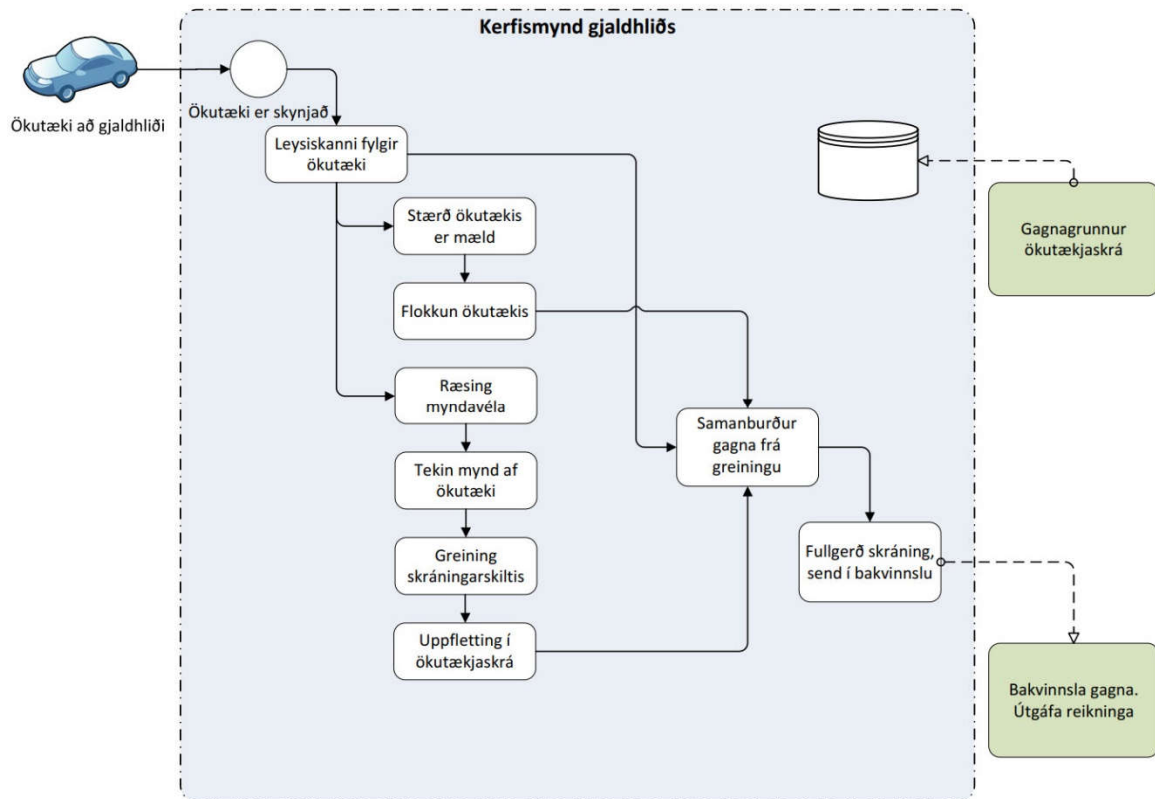
Í Osló eru um það bil 98% af skráningarskiltunum sem búnaður nær að lesa sjálfvirkt. Það er aðalega truflanir vegna snjós og óhreininda sem safnast á skráningarskiltin sem eru að trufla lestur skráningarskilta. Á sumrin þegar það er þurr og gott veður er það nánast 100% skynjun af skráningarskiltum. Myndgreiningarbúnaður er því talinn álitlegur kostur við upptöku gjaldtökukerfis hér á landi.

**c) Veglyklar:** Veglyklar hafa þann kost að greining ökutækis er mjög örugg, áætlað um 99,5% skráningu. Greining á veglykli tekur mjög skamman tíma og er þar að auki nánast alfarið óháð utanaðkomandi þáttum. Það getur verið vandamál að lesa númeraplötur á snjóþungum dögum, sem er ekki vandamál með veglyklum. Stærsti ókosturinn við veglyklana er að rekstur slíks kerfis er kostnaðarsamur og þarfnast mikillar þjónustu við viðskiptavini. Í Osló vill rekstraraðili kerfis (Fjellinjan) að notkun veglykla verði hætt. Þeim fylgir eins og áður sagði töluverður kostnaður við þjónustu þeirra m.a. þarf að endurnýja þá með ákveðnu millibili vegna rafhlöðu sem verður tóm ásamt því að nokkuð hefur borið á því að notendur eru að skrá lykla á bifreiðar sem fá afslátt í gegnum gjaldhliðin t.d. rafmagnsbíla og nota þá í bíla sem eiga borga fullt gjald. Veglyklar eru þó enn víða í notkun og er valkostur við uppsetningu gjaldtökukerfis hér á landi.

Hér að neðan er gerður stuttur samanburður á gjaldtökukerfi með myndgreiningu annarsvegar og veglyklum hins vegar.

## 2.2 Kerfismynd – myndgreining

Hér fyrir neðan gefur að líta flæðimynd til útskýringar á virkni dæmigerðrar sjálfvirkrar gjaldstöðvar.



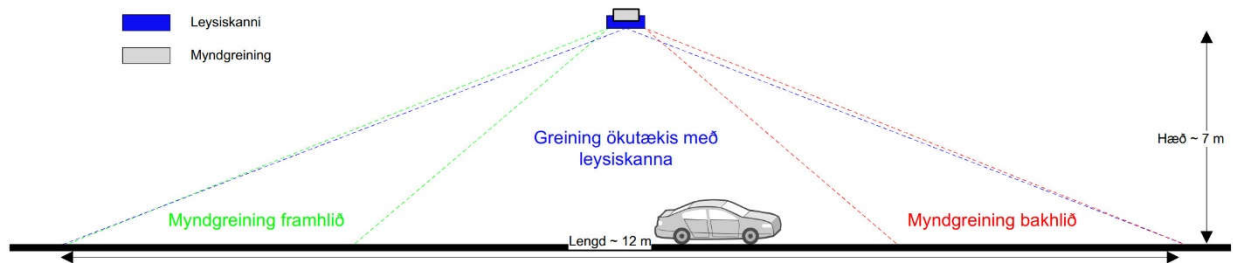
**MYND 2:** Yfirlitsmynd fyrir gjaldtökukerfi frá því að ökutæki greinist þar til upplýsingar eru komnar í miðlægan grunn.

Ofangreind kerfismynd er útskýring á kerfi sem byggir á myndavélabúnaði án veglykla. Hér fyrir neðan eru útskýringar á helstu hugtökum í kerfismyndinni.

*Leysiskanni fylgir ökutæki;* þegar ökutæki keyrir inn í greiningarsvæðið, sem er það svæði þar sem greining og auðkenning ökutækis fer fram, er leysiskynjari sem skynjar ökutækið og fylgir því eftir í gegnum gjaldtökuhliðið. Leysiskynjarinn mælir stærð ökutækis og áætlar í hvaða gjaldflokki ökutækið á að vera. Þessar upplýsingar eru svo notaðar í samanburði gagna frá mynd skráningarmerkis og lestri veglykils við *samanburð gagna frá greiningu*. Leysiskynjarinn ræsir myndavélabúnaðinn sem tekur mynd af skráningarmerkjum ökutækis og sendir áfram í greiningu.

*Samanburður gagna frá greiningu;* búnaður í gjaldhliði gerir samanburð á þeim gögnum sem greind eru áður en þau eru send áfram í bakvinnslu. Þetta er gert til að greina hvort stærð ökutækis sé í samræmi við skráningarmerki ökutækisins. Ef það gætir ósamræmis við lestur gagna frá gjaldhliðinu eða að skráningarmerki ökutækis finnst ekki í ökutækjaskrá eru gögnin send í handvirka bakvinnslu. Þetta er gert til að tryggja að ökutæki greiði rétta upphæð samkvæmt gjaldskrá.

Frá bakvinnslunni, sem er í flestum tilfellum sjálfvirk, eru gefnir út reikningar til eigenda ökutækja. Gjaldhliðin þurfa tengingu við miðlægan gagnagrunn fyrir ökutækjaskrá. Uppfletting úr ökutækjaskrá í gjaldhliðinu er eingöngu til að bera saman stærð ökutækis við skráningarnúmerið. Upplýsingar um skráðan eiganda ökutækisins eru nauðsynlegar við bakvinnslu gagna.



**MYND 3:** Greining ökutækja í gjaldstöð.

### 2.3 Veglyklar og myndavélar

Einn af mikilvægustu þáttunum sem ákveða þarf er hvort notast skuli eingöngu við myndgreiningu eða hvort bæta skuli veglyklum við kerfið. Eins og áður sagði er greining ökutækis með veglyklum mjög örugg, áætlað nær 99,5% lesni, sbr. við um 98% aflestur myndgreiningarbúnaðar. Ekki eru til nákvæmar tölur yfir næmni myndgreiningarbúnaðar, þar sem þær tölur sem fást uppgefnar varða eingöngu þau ökutæki sem mynd var tekin af. Þannig myndi ökutæki sem ekki ber neina númeraplötu ekki vera hluti af þessari tölfræði. Í nýju kerfi í Osló eru myndavélar að ná 98% skv. upplýsingum frá rekstraraðila. Greining á veglykli tekur mjög skamman tíma. Greining á virkum veglykli er þar að auki nánast alfarið óháð utanaðkomandi þáttum. Á Norðurlöndunum hefur það verið vandamál að lesa númeraplötur á snjóþungum dögum, sem er ekki vandamál þar sem veglyklar eru til staðar. Stærsti ókosturinn við veglyklana er að rekstur slíks kerfis er kostnaðarsamur og þarfnast mikillar þjónustu við viðskiptavinum. Því þarf aukin tíðni greiningar að vege upp á móti þessum rekstrarkostnaði svo réttlæta megi val á slíku kerfi.

Í íslensku samhengi eru það nokkrar tegundir skráningamerkja sem torvelda greiningu. Þar má nefna meðal annars einkanúmer, gamlar tegundir skráningarkerkja án endurskins, erlend númer svo og óhreinar númeraplötur. Við gerð útboðsgagna fyrir innkaup á myndgreiningarbúnaði þyrfti þetta að vera tekið sérstaklega fram.

Sé litið til örrar tækniþróunar og þeirra lausna sem valdar hafa verið, svo sem í Færeyjum og í Stokkhólmi, er margt sem mælir með því að valin sé sú leið að sleppa veglyklum. Í nýlegum gjaldstöðvaverkefnum í Noregi hafa vegamálayfirvöld (Vegdirektoratet) þó valið að halda áfram með

veglykla. Hefð hefur verið fyrir því í Noregi að afsláttarkjör séu veitt fyrir það að vera með veglykil og er það meðal ástæða þess að sú leið er farin. Einnig hefur verið gerð sú krafa að erlendir flutningabílar séu með veglykil, þar sem erfiðlega hefur gengið að fá aðgang að ökutækjaskrá sumra landa. Rekstraraðilar gjaldstöðva í Noregi hafa óskað eftir því að notkun veglykla verði hætt þar sem myndgreiningarbúnaður er í stöðugri þróun. Skýrsluhöfundar telja líklegt að með vönduðum myndgreiningarbúnaði sé hægt að ná sambærilegum árangri og búast mætti við með tvöföldu kerfi, þ.e. sem samanstæði af bæði myndavélum og veglyklum. Það yrði jafnframt jákvætt fyrir öikumenn að þurfa ekki að hafa veglykla í bifreiðum til gjaldtöku. Eftir skoðun á ofangreindum atriðum telja skýrsluhöfundar að rétt væri að miða mögulegt gjaldtökukerfi hér á höfuðborgarsvæðinu við myndgreiningu ökutækja.

Ekki hefur verið lagt mat á kostnað við innkaup á sjálfum veglyklunum, hvorki upphafskostnað né kostnað á líftíma kerfisins við endurnýjun lykla. Til að hægt sé að varpa nánara ljósi á það, hvort æskilegt sé að vera með veglykla, þarf að ráðast í ítarlega rekstrargreiningu þar sem mat er lagt á kostnað við rekstur veglyklakerfisins.

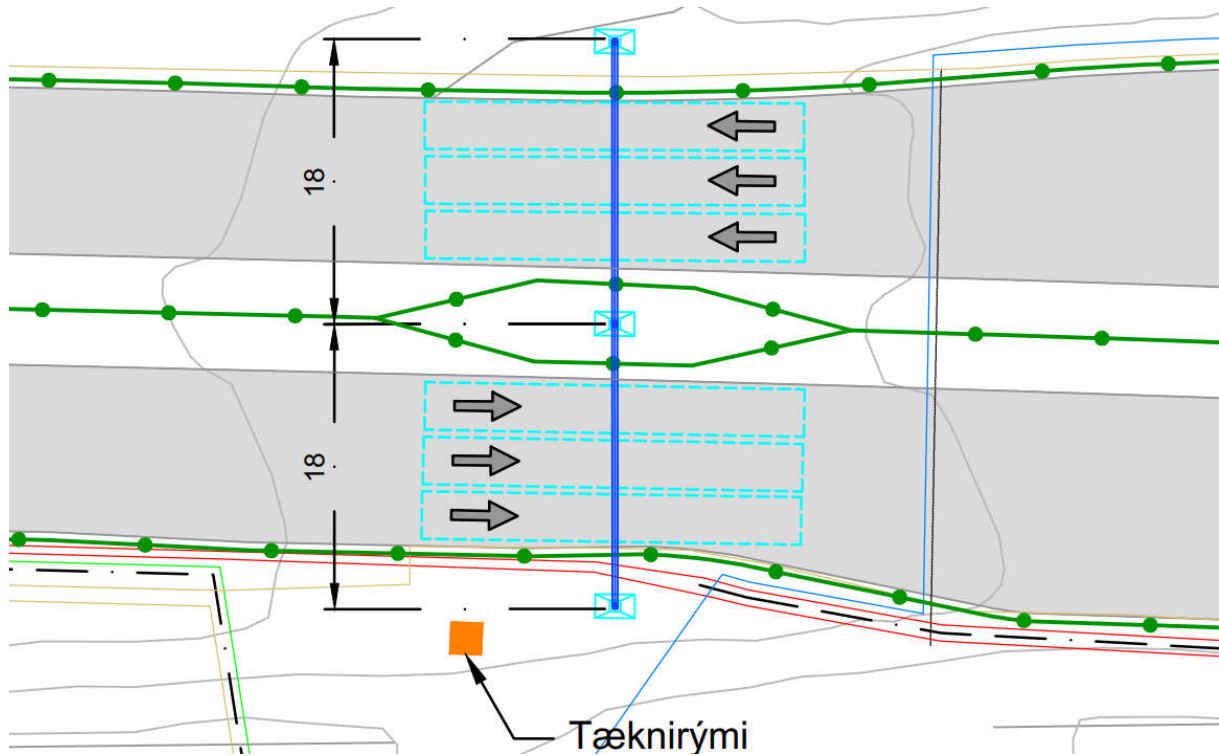
## 2.4 Gjaldhlið

Á yfirlitsteikningu B001 í viðauka er sýnd tillaga að staðsetningu gjaldhliða í sniði 18. Á teikningum F001-F004 er síðan plan- og sniðmynd af staðsetningu hliðs. Í kostnaðarmati á hliðum er gert ráð fyrir samskonar hliðum og notuð eru í dag fyrir umferðarljós t.d. við gatnamót Kringlumýrarbrautar og Miklubrautar. Hanna þarf undirstöður og hlið fyrir búnað sem á það kemur, og að auki vindálag, ísingu og snjóálag. Samkvæmt samtölum okkar við framleiðendur búnaðar sem afhentur var fyrir verkefni norsku vegagerðarinnar í Osló, var gert ráð fyrir að titringur frá umferð og veðri hefði ekki áhrif á getu búnaðarins til að skynja skráningarmarki ökutækja.

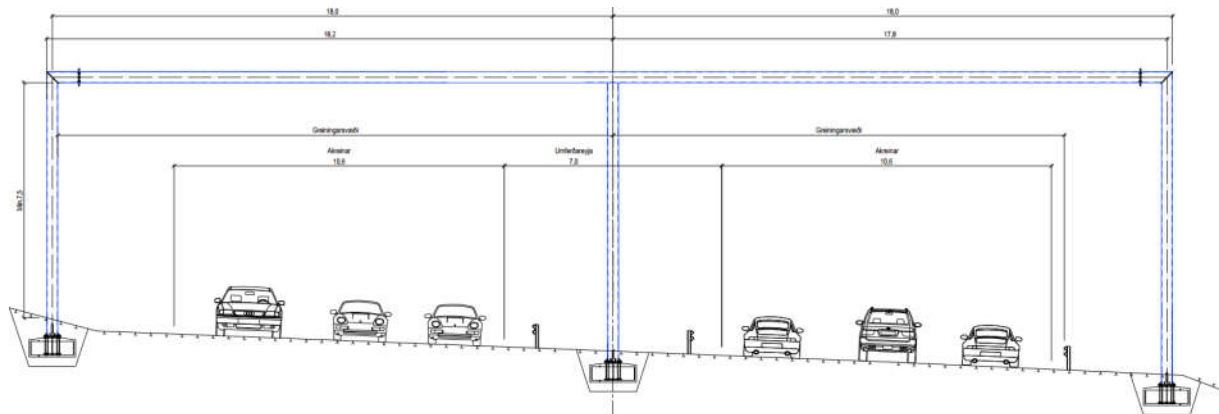
Gjaldhlið á stofngötum hefur undirstöður báðum megin við vegkantinn og er ekki háður takmörkunum hvað varðar breidd skynjunarsvæðis. Gert er ráð fyrir að vegrið sé á milli stólpa gjaldhliðs og götukants. Í dag er vegrið á flestum þessara staða nú þegar til staðar, þó má reikna með einhverjum breytingum á þeim.

Við hönnun á gjaldstöðvum í Noregi er reynsla EFLU sú að aðlaga þarf hönnun að hverju svæði fyrir sig. Þetta á sérstaklega við um aðgengi, vegrið og lagnir. Í mörgum tilfellum hurfu menn frá verkvenjum til að geta komið búnaði fyrir á svæðum þar sem ekki hafði verið gert ráð fyrir honum áður. Þetta á sérstaklega við um fjarlægðir milli skilta og annars búnaðar. Með þessu móti var hægt að draga úr umfangi, m.a. jarðvinnu, og lækka kostnað. Kjörhæð búnaðar sem skýrsluhöfundar nota til viðmiðunar

er um 7 - 8 metrar. Reynslan hefur sýnt að ef búnaður er í minna en 6 metra hæð er aukinn hættu á að óhreinindi fari að safnast fyrir á honum frá umferðinni.



**MYND 4:** Planmynd sem sýnir uppsetningu búnaðar í hliði á Reykjanesbraut. Meta þarf fjarlægðir í hverju tilfalli.



**MYND 5:** Sniðmynd af gjaldtökubúnaði fyrir Reykjanesbraut .

## 2.5 Aðgengi að rafmagni og fjarskiptatengingum

Fyrir gjaldstöðvar á höfuðborgarsvæðinu er gert ráð fyrir heimtaug og kvísl til stjórnskáps gjaldstöðvar sé þriggja fasa 40 amper líkt og gert er í þéttbýli í Noregi. Ekki er gerður greinarmunur á því hvort netspennan sé TN 400V eða IT 230V. Orkuþörf gjaldhliðs með gjaldtöku á tveimur akreinum, sem var



sett upp í Ósló, er í kringum 6000W að hámarki, þar með er talinn hitunarbúnaður i stjórnskáp og myndavélabúnaði. 6000W eru innan við 10 amper á TN 400V kerfi.

Fyrirhugaðar gjaldstöðvar við snið 18 eru þó nokkuð stærri, með allt að níu akreinum og mælt er með því að vera þar með tæknihús, sem er lítill skúr í stað rafmagnsskáps, því má gera ráð fyrir því að orkuþörfin verði töluvert meiri. Gera má ráð fyrir því að 3 fasa 50A heimtaugar frá Veitum yrðu valdar fyrir hvert gjaldhlið. Aðgengi að götuskáp eða dreifistöð Veitna virðist vera nokkuð gott við staðsetningu fyrirhugaða gjaldhliða. Heimtaug liggur frá götuvarskáp eða dreifistöð inn að aðalrofa í rafmagnstöflu gjaldhliðs.

$$\frac{6000W}{400V \cdot \sqrt{3}} = 8.66A$$

Við hönnun kerfisins er gert ráð fyrir UPS – varaafgjafa (e. uninterruptible power source), til að gjaldstöðin geti starfað að lágmarki í sex tíma án takmarkana við rafmagnsleysi. Að auki er gert ráð fyrir því að afkastageta UPS – varaafgjafans hafi náð sér að fullu sex tímum eftir að netspenna hefur komið til baka eftir rafmagnsleysi.

Framleiðendur greiningarbúnaðar gera mismunandi kröfur um flutningsgetu ljósleiðartengingu, allt frá 5Mb/s – 100Mb/s til að samskipti við búnaði verði fullnægjandi. Greining EFLU á aðgengi að ljósleiðaratengingu með að minnsta kosti 100Mb/s hefur leitt í ljós að það er gott aðgengi að ljósleiðartengingu til að uppfylla gagnaflutningsþörf gjaldstöðva. Að auki er gerð krafa um þráðlausa gagnatengingu um 4G farsímakerfið og er sú tenging notuð sem vara- neyðartenging ef ljósleiðarasambandið rofnar.

## 2.6 Kostnaður

Teknar hafa verið saman reynslutölur af kostnaði úr sambærilegum verkefnum og eru þær tölur settar fram til viðmiðunar. Heildarkostnaður hvernar gjaldstöðvar er háður því heildarmagni af búnaði sem notaður verður sem og ytri þáttum sem geta haft áhrif á kostnað við jarðvinnu. Kostnaður búnaðar er einnig háður þeim kröfum sem verkkaupi setur til gæða og hlutfalls greindra ferða, sem og heildarumfangs útboðsins. Þannig er líklegt að rekstrarsamningar eða þjónustusamningar á líftíma búnaðarins muni leiða til lægra innkaupaverðs. Gert ráð fyrir að settur sé upp varaafgjafi fyrir kerfið.

Tafla 1. Áætlaður kostnaður við gjaldhlið og gjaldtökubúnað. Öll verð með vsk.

Heiti	Eining	Fjöldi	Einingarverð m. vsk. (kr.)	Verð alls, kr.
Flutningur, aðstaða og rekstur vinnubúða/vinnusvæðis	HT	1	3%	6 800 000
Merkingar á vinnusvæðum	HT	1	4 000 000	4 000 000
Gálgi og 1 undirstaða + jarðvinna og frágangur	stk.	1	2 000 000	2 000 000
Hlið og 3 undirstöður + jarðvinna og frágangur	stk.	6	7 000 000	42 000 000
Vegrið	m	100	40 000	4 000 000
Skilti og merkingar	HT	1	5 000 000	5 000 000
Tæknihús	stk.	3	4 000 000	12 000 000
Gegnumdráttarbrunnar	stk.	8	450 000	3 600 000
Heimtaug 63A	stk.	3	2 500 000	7 500 000
Heimalögn - Ljósleiðari	stk.	3	1 000 000	3 000 000
Jarðvinna v. lagna og lagnir í jörðu	Hver gjaldstöð	3	3 500 000	11 000 000
Myndavél	stk.	44	2 000 000	88 000 000
Öryggismyndavél	stk.	7	100 000	700 000
Varaafgjafi	stk.	3	2 500 000	7 500 000
Tæknihús, raflagnir, loftræsting húss og rafbúnaðar	stk.	3	1 500 000	4 500 000
Aflstrengir, stýristrengir, ljósleiðarar, tengisk. töflur og fl.	HT	1	14 500 000	14 500 000
Uppsetningu búnaðar og lagnavinna	Hver gjaldstöð	3	6 000 000	18 000 000
Ófyrirséður kostnaður		30%		70 200 000
Hönnun, umsjón og eftirlit		18%		54 800 000
<b>Kostnaður alls:</b>				<b>360 000 000</b>

Nánari útskýring á þeim búnaði sem hér er verðlagður:

- Stórt verðbil er á myndavélabúnaði milli framleiðenda. Hér er gert ráð fyrir miklum gæðum, minnst 98% sjálfvirka greiningu á ársgrundvelli.

- Innifalið í vinnu við uppsetningu á búnaði er heildarkostnaður við að klára að koma stöðinni í gagnið, eftir að jarðvinnu og lagnavinnu er lokið, ásamt prófunum.
- Það er hægt að sleppa öryggismyndavél.
- Þessi búnaður uppfyllir skilyrði sem krafist var í sambærilegum Norrænum verkefnum, sem skýrsluhöfundar telja heppilegt fyrir þetta kerfi og verðið endurspeglar það.
- Umfang og kröfur til gæða geta leitt til bæði kostnaðarlækkunar eða -hækkunar.

## 3 HUGBÚNAÐUR OG MIÐLÆGAR LAUSNIR

### 3.1 Um hugbúnað í gjaldkerfum

Greining á skráningarnúmerum fer fram í myndgreiningarhugbúnaði í gjaldstöðvunum. Í sjálfum myndavélataækjum fer fram úrvinnsla mynda sem býr til texta og tölur úr ljósmynd, svokölluð OCR (e. Optical Character Recognition) greining. Það er mikilvægt að ítreka að gæði myndgreiningarinnar er þannig háð þeim búnaði sem keyptur er til verksins. Það er síðan hlutverk miðlægs hug- og vélbúnaðar að taka á móti þessum upplýsingum og gera rekstraraðila kleift að rukka fyrir hverja ferð sem farin er í gegnum gjaldhliðið. Ekki er þörf á neinum sérhæfum vélbúnaði til að reka miðlægan gagnagrunn og telst kostnaður vélbúnaðar því hverfandi í þessu samhengi. Því betri sem myndgreiningin er, því minni handavinna að fara yfir myndir sem ekki tókst að para við skráningarnúmer eða sem ekki uppfylltu önnur gæðaskilyrði.

Kostnaður við þróun hugbúnaðar felst í að búa til notendaviðmót fyrir eiganda búnaðarins, sem og viðskiptavini hans. Það þarf einnig að þróa tengingu við ökutækjaskrá sem og gera grein fyrir hvernig unnið er úr þeim myndgreiningum sem berast frá gjaldstöðvum. Þannig má nefna sem dæmi að hugbúnaðurinn þarf að ákveða hvað gera skal ef misræmi er milli myndavéla. Hægt er að kaupa þessa hugbúnaðarlausn tilbúna frá fyrirtækjum sem selja gjaldtökubúnað. Gera má ráð fyrir að alltaf þurfi að greiða aukalega fyrir erlendan hugbúnað, þar sem íslenska þarf notendaviðmót hans, án þess þó að hægt sé að slá því föstu að heildarkostnaður sé hærri en ef lausnin væri íslensk.

Eitt af því sem hefur áhrif á verð hugbúnaðalausna er hversu stórt útboðið er og hvort hugbúnaðarlausnin sé hluti af kaupum á vélbúnaði. Til eru dæmi um að keyptur hafi verið inn hugbúnaður í sama útboði og tækjabúnað, sem opnar ekki fyrir notkun á búnaði frá öðrum framleiðendum. Þetta skapaði vandamál þegar uppfæra átti myndavélabúnað seinna. Einnig má gera

ráð fyrir að greiða þurfi fyrir þjónustu og uppfærslur í þann tíma sem hugbúnaðurinn er í notkun. Það er því mikilvægt að vandað sé til verks við innkaup á hugbúnaði og hugsað til framtíðar.

### 3.2 Vaðlaheiðargöng

Fyrir gjaldtöku Vaðlaheiðarganga hefur verið þróaður sérstakur hugbúnaður til verksins. Þessi vinna hefur farið fram hjá Stefnu með ráðgjöf frá Raftákn. Í Vaðlaheiðargöngum skrá öikumenn sig sem notendur og í þeirra tilfellum þarf ekki að fletta skráningarkerkjum upp í ökutækjaskrá. Hugbúnaðurinn reiðir sig á upplýsingar frá myndgreiningu í göngunum. Kerfið er tvíþætt, þar sem bæði er um að ræða skráningarnúmer bifreiða sem skráð hafa verið og tengd við öikumann fyrir fram, sem og óþekkt ökutæki sem finna þarf í ökutækjaskrá. Notendaviðmót hefur verið þróað bæði fyrir veflesara í tölvu og snjallsímum, bæði fyrir stjórnendur og notendur. Það sem dregið var fram af rekstraraðilum Vaðlaheiðarganga sem helstan kost þess að þróa eigið kerfi, frekar en að kaupa tilbúna lausn, var að hægt var að laga kerfið að þeirra þörfum og sleppa við að greiða fyrir þjónustur og eiginleika sem ekki þótti þörf á. Þar að auki er hægt að breyta og bæta hugbúnaðinn með litlum fyrirvara og tengja má hvaða myndavél sem er við búnaðinn, óháð framleiðanda myndavélarinnar. Óhætt er að segja að umfang gjaldtöku og framkvæmd er þó nokkuð frábrugðin því sem fyrirhugað er á höfuðborgarsvæðinu. Þannig er til dæmis send rukkun fyrir hverja ferð í göngunum, á meðan heppilegra væri að ætla að rukkað yrði sjaldnar í Reykjavík, líkt og gert er í Osló.

### 3.3 Norska kerfið

Í Noregi hefur gjaldtaka á þjóðvegum og í byggð verið til staðar í áratugi. Í fyrstu var þetta eingöngu með mönnum stöðvum, en nú eru bara settar upp sjálfvirkar stöðvar. Statens Vegvesen hefur á síðustu árum unnið að því að þróa miðlægt kerfi sem þjónar öllum sjálfvirkum gjaldstöðvum í landinu. Nú er staðan orðin þannig að 65 gjaldtökukerfi hafa verið sameinuð í einn miðlægan grunn sem ber nafnið *Autopass HUB*. Fyrirtækið Systor Trondheim AS sá um þróunina og hljóðaði upprunalegi samningurinn uppá tæplega 42 milljónir NOK, eða um 630 milljón krónur. Það er rúmlega 40% af kostnaðaráætlun Statens Vegvesen, sem hljóðaði uppá 100 milljónir NOK. Hlutverk hugbúnaðarins er að safna saman á einn stað öllum upplýsingum um greiningar á ökutækjum sem ekið hafa um sjálfvirkar gjaldstöðvar.

Eftir að *Autopass HUB* var tilbúið var hægt að fara í næsta skref, sem var *Autopass IP*. Þetta er sá hluti kerfisins sem sér um að útbúa rukkun á eiganda ökutækisins. Það var Cowi sem sá um þróun þess

hugbúnaðar og hljóðaði sá samningur uppá 70 milljón NOK, eða rúmlega 1 milljarð króna. Inni í samningnum er þjónusta við hugbúnaðinn í 8 ár eftir að hann var tekinn í notkun.

Það hefur tekið þó nokkurn tíma fyrir Statens Vegvesen að þróa og koma þessu kerfi í notkun. Árið 2013 fór ein tilraun algjörlega í vaskinn og kostaði norska skattgreiðendur um 325 milljón NOK, eða tæplega 5 milljarða króna. Verkefnið hét Grindgut og var hugbúnaður sem IBM átti að sjá um að hanna.

Það er margt hægt að læra af óföllum Norðmanna í hugbúnaðarmálum, en það er þó ekki síst það að það getur verið mjög flókið og kostnaðarsamt að hanna nýtt kerfi fyrir lausnir sem þegar eru í notkun hjá ólíkum og ótengdum aðilum.

### **3.4 Innkaup á hugbúnaði fyrir bakvinnslu og reikningagerð**

Hugbúnaður sem Betri samgöngur þarf á að halda fyrir rekstur kerfisins er líklega ekki til á Íslandi í dag. Til er hugbúnaður sem sér um að rukka fyrir bílastæðanotkun sem og sá hugbúnaður sem Vaðlaheiðargöng nota til að rukka einstaka ferð. Ef haft er í huga að til stendur að innheimta veggjöld í fyrirhuguðum vegaf framkvæmdum Vegagerðarinnar, væri eðlilegt að samráð yrði haft við Vegagerðina um innkaup og rekstur á miðlægu gjaldkerfi fyrir landið allt, eftir fyrirmynd *Autopass HUB* og *Autopass IP* í Noregi. Næstu skref yrðu þá að Ríkiskaup kæmu að borðinu og myndi leiða markaðssamtal við þá aðila á Íslandi sem gætu haft aðkomu að slíkri hugbúnaðarþróun. Ef mið er tekið af þeim kostnaði sem Statens Vegvesen hefur borið af slíku verkefni, sem og kostnað við þann hugbúnað sem í notkun er í Vaðlaheiðargöngum, mætti ætla að kostnaðurinn myndi geta verið á bilinu 200-400 milljónir. Ef þörf er á að hanna þennan hugbúnað frá grunni er óhætt að áætla að slík innkaup taki mun lengri tíma en innkaup á tækjabúnaði til notkunar við vegi.

## 4 REKSTUR GJALDKERFIS

Við mat á rekstrarkostnaði er gjarnan horft til kostnaðar sem hlutfall af innheimtu gjaldi kerfisins. Í Noregi hefur reynslan sýnt að í sögulegu samhengi hefur þessi kostnaður verið á bilinu 6-10%. Samtöl við rekstraraðilla og rýni í ársreikninga sýnir að þessi kostnaður hefur verið að lækka. Fjellinjen rekur kerfið í Osló og þar er rekstrarkostnaður í kringum 8,5% á ári. Vegfinans rekur kerfi sem er í fylkjunum í kringum Osló; Vestford og Telemerk, Innlandet og Viken. Þar er rekstrarkostnaður í kringum 6,6% að meðaltali síðustu ár. Í Osló er um 365 milljónir ferða um gjaldstöð á ári og 209 milljónir hjá Vegfinans. Sé horft framhjá skrifstofu- og stjórnunarkostnaði hjá Vaðlaheiðargöngum var þetta hlutfall 7,7% árið 2019.

Vegfinans AS tekur á móti um 150.000 fyrirspurnum í þjónustuveri á ári og eru þar 14 manns í vinnu. Árið 2020 var tekin í notkun gervigreind sem nær að svara 4000 fyrirspurnum sjálfvirkt.

Miðað við þær tölur sem liggja fyrir frá Noregi er hægt að ætla að rekstrarkostnaður geti verið í kringum 12-14 ISK kr. á hverja ferð um gjaldstöð. Þessi tala er svipuð hjá Fjellinjen og Vegfinans. Í Vaðlaheiðargöngum þessi kostnaður 93 kr. á hverja ferð, en það er ekki hægt að nota þann kostnað sem samanburð hér, þar sem umferðin er svo mikið minni og rukkað er sérstaklega fyrir hverja einustu ferð. Ekki hefur verið farið í greiningu á í hverju þessi kostnaður felst nákvæmlega, hvar möguleikarnir liggja í að lækka hann og þá hvort hann yrði hærri eða lægri á Íslandi. Við nánari greiningu á rekstarkostnaði, þarf að sundurliða rekstarkostnað betur svo hægt sé að varpa ljósi á þessi atriði. Það sem þessar tölur hins vegar bera með sér er að reikna má með að rekstrarkostnaður á ársgrundvelli sé mun meiri en stofnkostnaður kerfisins.

## **VIÐAUKI A    TEIKNINGAR FRÁ FRUMHÖNNUN**

B001 - Yfirlitskort

F001 – Vesturlandsvegur/Miklabraut

F002 – Elliðaárvogur

F003 – Reykjanesbraut

F004 – Kringlumýrarbraut