

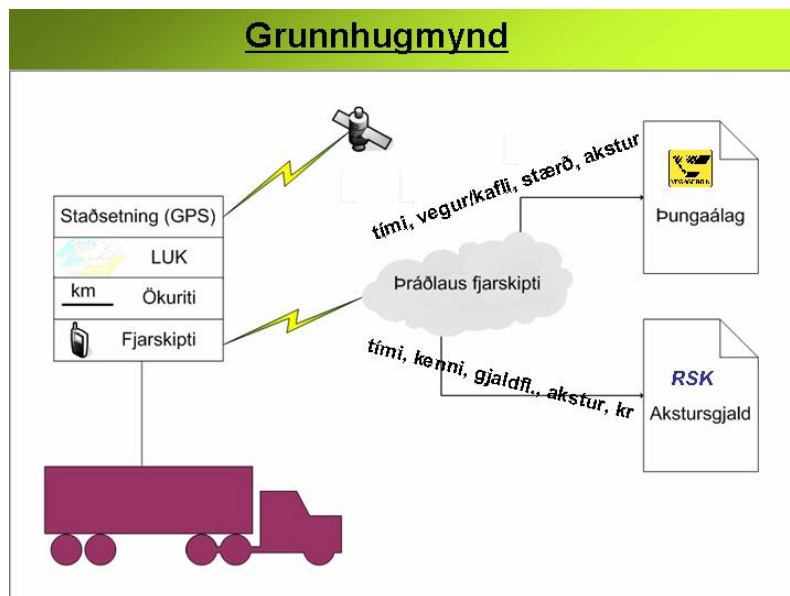


**Rannsóknarverkefni um greiningu þungaálags á vegakerfið  
og álagningu notendagjalds (þungaskatts)  
Áfangaskýrsla**

Reykjavík, febrúar 2008  
Þjónustudeild  
Björn Ólafsson og Einar Pálsson

Markmið verkefnisins er að geta á sjálfvirkan hátt safnað gögnum um aksturvegalegd fyrir álagningu þungaskatts, þungaálag og niðurbrotsáhrif umferðar sem er einn af þáttum sem hafa áhrif og eru lagðir til grundvallar við áætlanagerð í nýbyggingar-, viðhalds- og þjónustuverkefnum svo og við stýringu á þungatakmörkunum á þíðutímabilum.

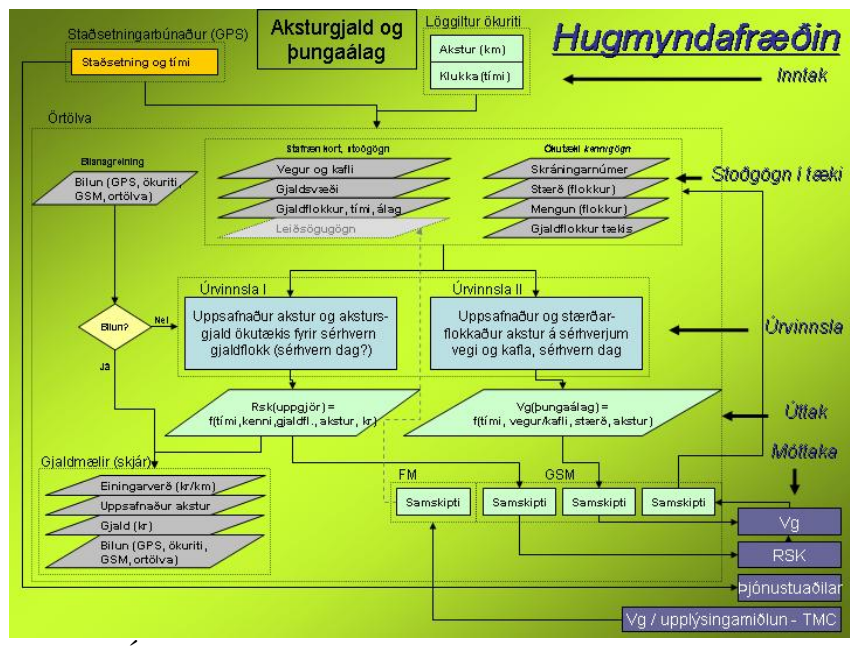
Kveikjan að verkefninu voru niðurstöður úr fyrra verkefni þar sem athugaður var ábyggileiki akstursmælinga GPS-ferilbúnaðar fyrir álagningu akstursgjalds. Í því verkefni reyndist óraunhæft að byggja gjaldheimtu eingöngu á reiknaðri vegalegd út frá GPS-staðsetningarmerki vegna auðtruflanleika merkisins. Auk þess voru uppi efasemdir um að ásættanlegt geti talist að ferilvakta farartæki í stórum stíl fyrir álagningu notendagjalda með eftirvinnslu. Þar sem meginviðfangsefnið tengdist sjálfvirkri álagningu á akstri þungra ökutækja (þungaskatti) kviknaði sú hugmynd að sameina akstursmælingar og þungaálagsreikninga.



Mynd 1. Grunnhugmyndafræði

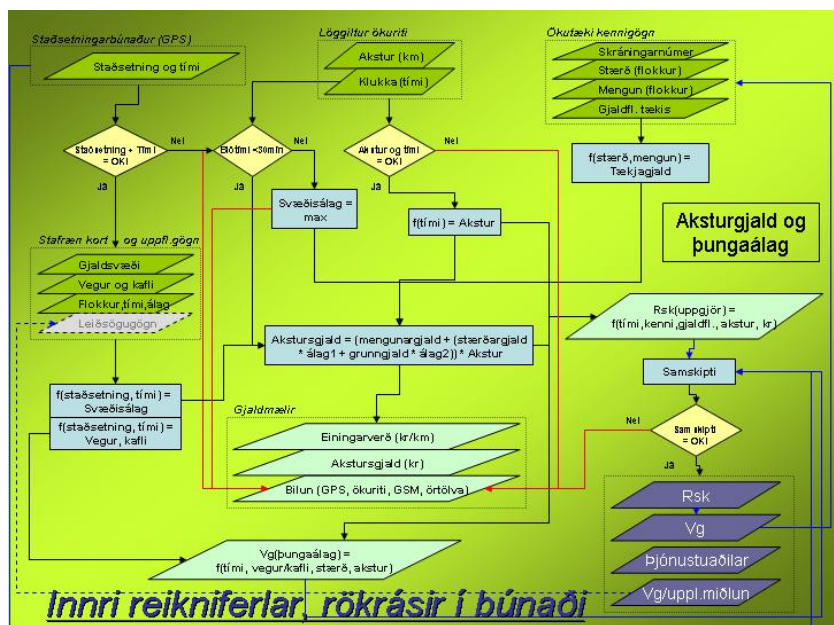
Með gögnum frá umferðarteljurum og umferðargreinum liggja nú fyrir all nokkrar upplýsingar um þungaálag á vegakerfið og með þróaðri útgáfu af frostmælum fást nú einnig betri beintengdar upplýsingar um burðarastand vegarins á hverjum tíma. Fjöldi þessara umferðargreina er takmarkaður og eru upplýsingar frá þeim bundnar við þá staði þar sem þeir eru settir niður, en með því að nýta sér ferilvöktunar- og leiðsögutæknina er hægt að beintengja upplýsingar frá þessum tækjum og reikna út þungaálag og niðurbrotsáhrif á öllum þeim vegaköflum sem þessi ökutæki fara um. Unnið er nú að því að búnaður ferilgreiningar verði í framtíðinni notaður til gagnaöflunar vegna þungaskattsinnheimtu í öllum þessum ökutækjum þannig að ofangreint verkefni um þungaálag á samleið með því verkefni.

Á árinu 2007 var sett fram eftirfarandi hugmyndafræði um greiningu og flokkun þungaumferðar með notkun á ferilgreiningar- og leiðsögutækni til að meta og reikna akstursvegalegd og þungaálag á vegakerfið.



Mynd 2. Útfærsla hugmynda

Hugmyndafræðin gengur út á að úrvinnsla ferilgagna muni eiga sér stað út í ökutækinu sjálfu og einungis niðurstöðugögn sendast til þar til bærra aðila s.s. álagningagrunnur til Skattstjóra og ópersónugreinanlegt þungaálág í formi öxulígilda á vegi til Vegagerðar.



Mynd 3. Nánari útfærsla

Nánari útfærsla á hugmyndafræði og reikniferlum gerir ráð fyrir mögulegu gjaldaálagi háð staðsetningu, tíma, stærð ökutækis og/eða mengunarþætti. Þjóðfélagsleg útfærsla slíkra álagningargjalda gæti verið fýsilegust í formi afsláttar þ.a. ef eigandi ökutækis getur sýnt fram á akstur á lægri gjaldsvæðum með búnaðinum þá njóti hann afsláttar.

Þungaálag á veg er meira háð álagsdreifingu en heildarþunganum sjálfum. Þungaálag má því áætla betur með svokölluðum 10 tonna öxulígildum í stað heildarþyngdar eins og núverandi álagningarforsendur þungaskatts byggja á. Eftirfarandi tafla (mynd 4.) sýnir áætluð öxulígildi algengra ökutækjaflokka.

Öxulígildi	Max heildarþyngd	Forsendur þungaálags	
		Vehicle Classification Table	GR03-EUR13
0,0002		1 Car, Light Van	6 Rigid 3-Axle HGV & 2-Axle Drawbar Trailer
0,0052		Light Goods Vehicle (LGV)	Rigid 3-Axle HGV & 3-Axle Drawbar Trailer
0,0032		Car, LGV & 1-Axle Caravan/Trailer	7 Artic. 2-Axle Tractor & 1-Axle Semi-Trailer
0,016		Car, LGV & 2-Axle Caravan/Trailer	8 Artic. 2-Axle Tractor & 2-Axle Semi-Trailer
1,5	(18)	2 Rigid 2-Axle Truck (HGV)	9 Artic. 2-Axle Tractor & 3-Axis Semi-Trailer
sleppa		3 Rigid 3-Axle Truck (HGV)	10 Artic. 3-Axle Tractor & 1-Axle Semi-Trailer
1,8	(26)	Rigid 3-Axle Truck (HGV)	11 Artic. 3-Axle Tractor & 2-Axle Semi-Trailer
2,0	(32)	4 Rigid 4-Axle Truck (HGV)	12 Bus or Coach 2-Axle
1,7	(32)	Nigid 4-Axle Truck (HGV)	13 Vehicle with 7 or more Axles
2,7	(36)	5 Nigid 2-Axle Truck & 2-Axle Drawbar Trailer	Vehicle not classified above
3,2	(44)	Nigid 2-Axle Truck & 3-Axle Drawbar Trailer	
2,4	(28)	Nigid 2-Axle Truck & 1-Axle Caravan/Trailer	
2,4	(40)	Nigid 2-Axle Truck & 2-Axle Trailer/Caravan	

Mynd 4. Öxulígildi og flokkun umferðar

Í verkefninu eru settar fram reiknireglur og forsendur til grundvallar álagningu notendagjalds. Grunnforsendurnar fela í sér mismunun gjalda eftir svæðum og tíma eins og eftirfarandi tafla sýnir. Mismununin getur endurspeglað þjónustumismun og vilja til umferðarstýringar (á mestu álagstímum).

Gjaldforsendur Rsk					
Skýring	Gjaldsvæði	Dagur-tími	Gjaldflokkur	Álag 1 %	Álag 2 %
Meginleiðir á þéttbýlissvæði á annatíma	Svæði 1	Virka daga kl. 07:30 – 09:00 og kl. 16:00 – 17:00	1	100%	100%
Meginleiðir á þéttbýlissvæði utan annatíma	Svæði 1	Annars	2	95%	95%
Stofn og tengivegir	Svæði 2	Alla daga	2	95%	95%
Héraðsvegir	Svæði 3	Alla daga	3	95%	15%
Landsvegir	Svæði 4	Alla daga	4	90%	90%
Gjaldlaus svæði	Svæði 5	Alla daga	5	0%	0%
Óvirkt GPS	N/A	Alla daga	1	100%	100%

1) Grunngjald = gjaldafótur (óháð stærð ökutækis t.d. 10 kr/km)

Skilgrein til Rsk: Dagur, Kenni tækis, mengunargjald, stærðargjald og álag1, grunngjald <sup>1</sup> og álag2, <sup>2</sup> Akstur

Akstursgjald (kr) = (mengunargjald + (stærðargjald \* álag1)) + (grunngjald <sup>1</sup> \* álag2) \* <sup>2</sup> Akstur

(Tækjagjald = stærðargjald (Euro13) \* álag1 + mengunargjald)

Mynd 5. Gjaldforsendur fyrir útreikning notendagjalds

Eftirfarandi dæmi (mynd.6) miðast við núverandi eldsneytisverð um 120 kr/lítrann. Þegar notendagjöld væru komin til framkvæmda var fastsett að helmingur lítraverðsins (60 kr/l) yrði áfram frá dælu en annar kostnaður yrði í formi

notendagjalda. Útreikningurinn var stilltur af þ.a. álag væru sambærileg og við dælu fyrir breytingu miðað við meðalakstur fólksbíla.

### Þungaskattur - dæmi

Rokkur	Úxfígildi	Heildarþyngd tonn	Grunngjald kr/km	Álags- kr/km	Stærðargjald kr/km	Álags- kr/km	Mengunargjald kr/km	Ákstungjald kr/km	Dæmi 1 15.000km	Dæmi 2 20.000km	Dæmi 3 50.000km	Dæmi 4 100.000km
1a	0,0002	1	5	1,00	1	1,00	0,07	6,07	91.050	121.400	303.500	607.000
1b	0,0052	3,5	5	1,00	2	1,00	0,24	7,24	108.600	144.800	362.000	724.000
1c	0,0032	1,5	5	1,00	1,2	1,00	0,1	6,30	94.500	126.000	315.000	630.000
1d	0,016	2,5	5	1,00	1,5	1,00	0,17	6,67	100.050	133.400	333.500	667.000
2	1,5	18	5	1,00	6,80	1,00	1,23	13,03	195.386	260.515	651.286	1.302.573
3	1,8	26	5	1,00	13,20	1,00	1,77	19,97	299.614	399.485	998.714	1.997.427
4a	2	32	5	1,00	17,21	1,00	2,18	24,39	365.844	487.792	1.219.481	2.438.961
4b	1,7	32	5	1,00	17,21	1,00	2,18	24,39	365.844	487.792	1.219.481	2.438.961
5a	2,7	36	5	1,00	17,21	1,00	2,45	24,66	369.894	493.192	1.232.981	2.465.961
5b	3,2	44	5	1,00	20,00	1,00	3	28,00	420.000	560.000	1.400.000	2.800.000
5c	2,4	28	5	1,00	14,81	1,00	1,91	21,72	325.746	434.328	1.085.820	2.171.641
5d	2,4	40	5	1,00	16,80	1,00	2,73	24,53	367.886	490.515	1.226.286	2.452.573
6a	2,6	40	5	1,00	16,80	1,00	2,73	24,53	367.886	490.515	1.226.286	2.452.573
6b	2	44	5	1,00	20,00	1,00	3	28,00	420.000	560.000	1.400.000	2.800.000
7	2,4	28	5	1,00	14,81	1,00	1,91	21,72	325.746	434.328	1.085.820	2.171.641
8	4,6	38	5	1,00	17,21	1,00	2,59	24,80	371.994	495.992	1.239.981	2.479.961
9	2,1	40	5	1,00	16,80	1,00	2,73	24,53	367.886	490.515	1.226.286	2.452.573
10a	2,7	36	5	1,00	17,21	1,00	2,45	24,66	369.894	493.192	1.232.981	2.465.961
10b	2,2	40	5	1,00	16,80	1,00	2,72	24,52	367.736	490.315	1.225.786	2.451.573
11	1,9	44	5	1,00	20,00	1,00	3	28,00	420.000	560.000	1.400.000	2.800.000
12a	1,5	18	5	1,00	6,80	1,00	1,23	13,03	195.386	260.515	651.286	1.302.573
12b	1,8	26	5	1,00	13,20	1,00	1,77	19,97	299.614	399.485	998.714	1.997.427

Mynd 6. Dæmi um álagningu notendagjalda.

## Þungaálag á vegi

Burðarþol vega er metið út frá falllóðsmælingum og fastri umferð samkvæmt eftirfarandi (mynd 7). Niðurstöður falllóðsmælinga hefur verið sett á kort sbr. mynd 8,

### Mat á burðarþoli með falllóði

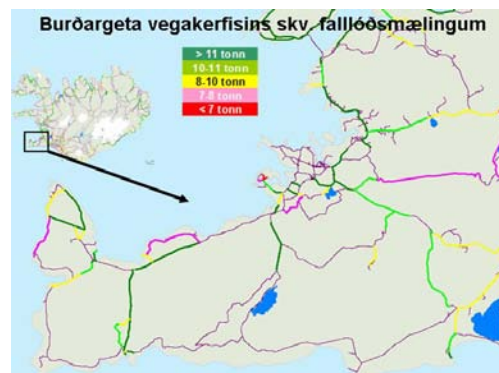
Reikniforsendur:

$$E_{dim}(Mpa) = 110p / (f_0 \times (f_0 - f_{20}))^{0,5}$$

$$\text{Burðarþol (tonn)} = 11 \cdot (E_{dim} / 200)^{0,6} \times (50 / \text{ÁDU} - pb)^{0,072}$$

Við mat á burðarþoli er miðað við fasta umferð, ÁDU-pb=50 b/d og hlutfall þungra bíla 10% af heildarumferð

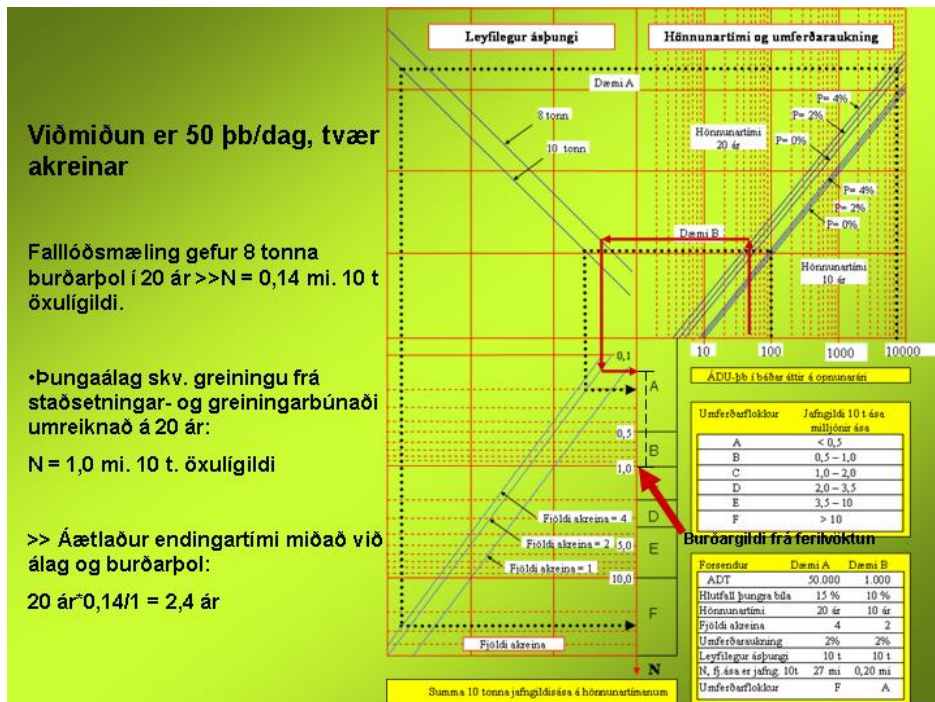
Mynd 7. Reikniforsendur falllóðsmælinga



Mynd 8. Burðargeta vegakerfisins

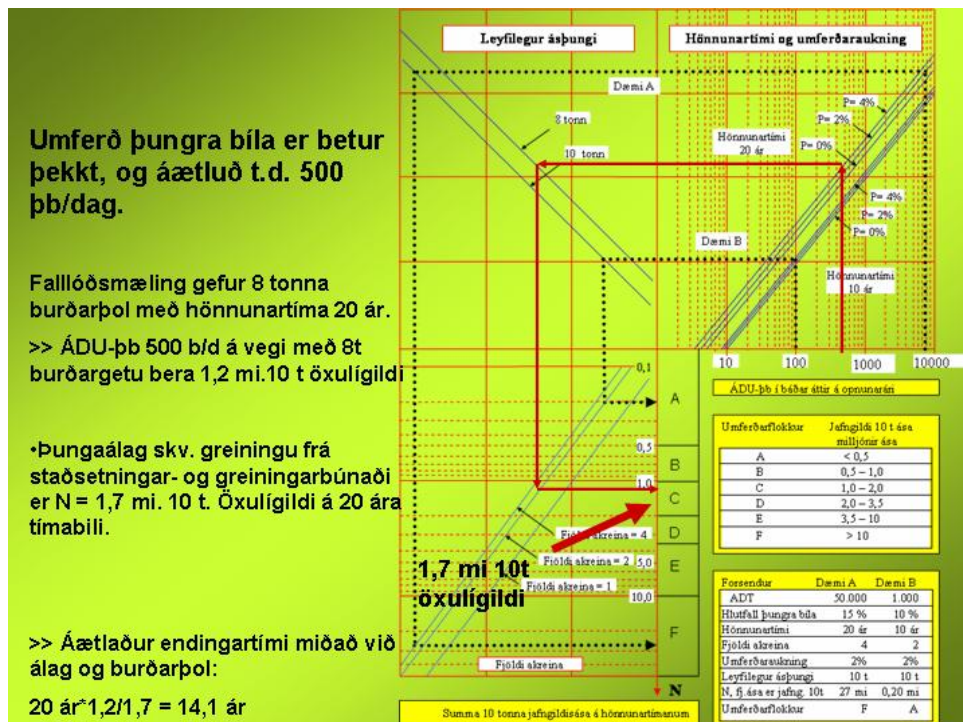
sem sýnir styrk vega á Suðvesturhorni landsins.

Endingartími vegar m.v. falllóðsmælingar, fasta umferð má fá sbr. mynd 9.



Mynd 9. Burðargildi og endingartími vegar m.v. fasta umferð.

Ef gögn væru til um raunumferð þungra bíla fyrir sérhvern veg landsins þá væri hægt að áætla endingartíma vegarins m.v. það álag.

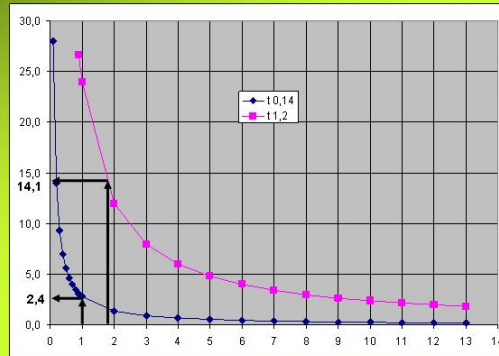


Mynd 10. Burðargildi og endingartími vegar m.v. þekkta umferð.

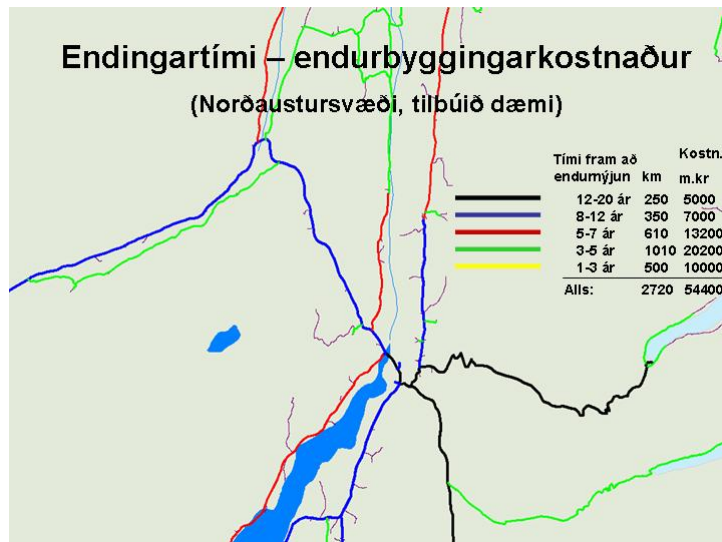
Endingartími vegarins eða tími fram að endurbyggingu vegar má þá áætla (mynd 11). Ef endingartími allra meginvega er þekktur má á sama hátt áætla árlegan kostnað við endurnýjun vegakerfisins m.v. þá umferð sem um hann fer.

Mynd 9 og 10 sýna dæmi um endingartíma m.v. mismunandi álag 50 þunga bíla/dag og 500 þunga bíla á dag

### Endingartími, tími fram að endurbyggingu



Mynd 11. Endingartími vegar í árum m.v. forsendur í mynd 9 og 10.



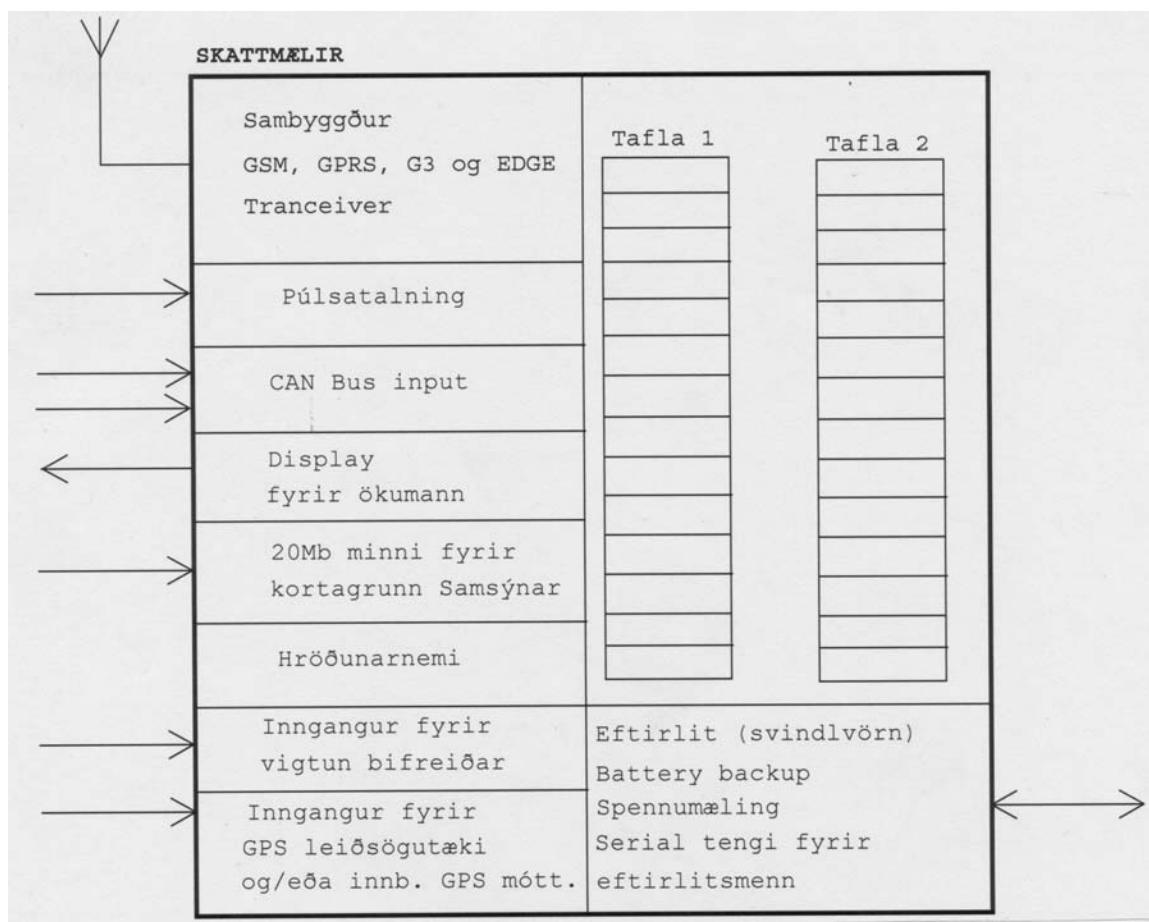
Mynd 12. Dæmi um framsetningu endurbyggingarkostnaðar.

Nú í ár er fyrirhugað að smíða tæki til prófunar á grundvelli ofangreindra hugmynda. Þar sem verk- og reikniferlar, meðhöndlun og úrvinnsla gagna verða í tækinu og gagnaskil geti orðið í tvær áttir – þungaálagsgreining til Vegagerðar og ekin vegalengd fyrir þungaskatt til skattstjóra.

Nánari lýsing á tækinu eru í fylgiskjali 1.

Fylgiskjal 1.

## Akstursmælir fyrir bifreiðar. Samvinna Vegagerðar, Samrásar ehf. og Samsýnar ehf.



### Lýsing á einstökum hlutum mælisins.

#### Púlsatalning og CAN BUS inngangur.

Mælirinn þarf að tengjast hraðamælakerfi bifreiðarinnar, það tryggir alltaf örugga talningu í akstri, óháð GPS sambandi. Mælirinn tengist hraðamælakerfi bifreiðarinnar með púlsatalningu eða CAN bus, það tryggir að mælirinn passi í allar tegundir ökutækja og tengivagna.

#### Inngangur fyrir GPS leiðsögutæki.

Inngangur er fyrir GPS leiðsögutæki sem gefur möguleika að skrá akstur á ákveðnum gjaldsvæðum og/eða á ákveðnum vegum til að mæla álag á vegakerfið. Einnig má nota radíóvita við mörk gjaldsvæða. Þá má einnig nota bæði GPS og radíóvita þar sem GPS samband er slæmt. GPS móttakari getur einnig verið innbyggður í tækið.

#### Inngangur vigtun bifreiðar.

Tækið getur vigtað bifreiðar til að mæla þungaálag á vegi með hámarks nákvæmni. Þetta er sérstaklega ætlað fyrir vöruflutningabifreiðar.



### **Samskipti.**

Sambyggður GSM, GPRS, G3 og Edge og TETRA sendir/móttakari er í tækinu til að senda upplýsingar til mælisins og sækja gögn frá honum. Einnig má nota TETRA samskipti.

### **Kvörðun.**

Ein mikilvægasta aðgerðin í þungaskattsmælum er kvörðunin. Drifrásir bifreiða eru jafn mismunandi og bílarnir eru margir. Löggildur aðili þarf því að kvarða sérhvern þungaskattsmæli við ísetningu. Þungaskattsmælar þeir sem SAMRÁS ehf. hefur framleitt eru kvaðaðir þannig að mælirinn er settur í kvörðunarham með tölvu (fartölvu), bifreiðinni er ekið þekkta vegalengd og kvörðunarstuðull geymdur í mælinum.

### **Vörn gegn misnotkun.**

Í mælinn er einnig innbyggt eftirlit með hugsanlegu “svindli” ásamt serial tengi sem hægt er að hafa samskipti við mælinn t.d. af eftirlitsmönnum. Hugsanleg vörn gegn misnotkun er mæling á púlsainngangi og bera það saman við GPS aflestur, gangsetning bifreiðar án aksturs (bifreið lengi í gangi án þess að um akstur sé að ræða), aflestur hröðunarnema þ.e. hröðun bifreiðar án púlsatalningar o.s.frv.

### **Gagnatöflur.**

Í mælinum eru tvær töflur ein með persónugreinanlegum upplýsingum og önnur með ópersónugreinanlegum upplýsingum. Í þessar töflur er akstur skráður.

### **Kortagrunnur**

Kortagrunni verður hlaðið niður í minni mælisins. Mælirinn notar kortagrunninn og GPS staðsetningu til að ákvarða staðsetningu ökutækis innan gjaldsvæða.

### **Hröðunarnemi**

Hröðunarneminn nýtist bæði til mælinga á góðakstri og sem vörn gegn hugsanlegri misnotkun t.d. ef reynt er að taka mælinn úr sambandi til að stöðva talningu.

### **Skjár (Display)**

Upplýsingaskjár tengist tækinu þar sem ökumaður getur m.a. séð á hvaða gjaldsvæði hann er staddur, heildarkostnað á gjaldtímabilinu og heildarakstur á gjaldtímabilinu.

### **Gagnatöflur**

Til að lágmarka gagnamagn og þar með kostnað við gagnaflutinga eru gögnin geymd á eftirfarandi formi, að auki er gögnum þjappað til að minnka umfangið enn frekar:

TAFLA 1 Persónugreinanleg tafla.

Tími dags	Dagur	Ár	Gjaldsvæði	Akstur
0 – 23:59	1 - 365	1-100	1 - 100	0 - 65535

Tafla 1 er notuð til að reikna út gjaldtöku.

Dagar ársins eru númeraðir frá 1 til 365.

Ár eru táknuð með tölunum 1 til 100. 1 táknar 2001 og 100 táknar 2100.

Gert er ráð fyrir allt að 100 gjaldsvæðum.

Akstur á hverju gjaldsvæði getur verið frá 0 til 65535 km.  
Einkenni ökutækis t.d. bílnúmer fylgir með þessari töflu.

TAFLA 2 Ópersónugreinanleg tafla

Tími dags	Dagur	ár	Vegnúmer	Akstur
0 – 23:59	1 - 365	1-100	1 – 1000	0 - 65535

Tafla 2 er notuð til að greina álag á vegakerfið.

Sama form er á töflu 2 og töflu 1 nema í stað gjaldsvæða kemur vegnúmer.  
Í þessari töflu er akstur á hverjum vegi eða hluta úr vegi skráður. Tækið getur einnig geymt einkenni t.d. stærðarflokkun ökutækisins og sent það með gögnunum til Vegagerðarinnar.