

DR. STEFÁN EINARSSON OG DR. HARALDUR SIGÞÓRSSON

Arðsemi og ávinningur af vega- og gatnaframkvæmdum

Áfangaskýrsla: Greining kostnaðarliða umferðar (km- og tímagjald)

.....

[31.3.2009]

Efnisyfirlit

Samantekt	3
Summary in English	5
Formáli	7
1. Inngangur	8
2. Helstu þættir í eldra arðsemislíkani	9
2.1 Stofnkostnaður	9
2.2 Viðhaldskostnaður	10
2.3 Ökutækjakostnaður	11
2.3.1 Kílómetragjald	11
2.3.2 Tímakostnaður	11
2.4. Kostnaður vegna umferðarslysa	12
2.4.1 Aðferð við greiningu slysa í vegakerfinu	12
2.4.2 Fjöldi slysa	12
2.4.3 Alvarleiki slysa	12
2.4.4 Slysakostnaður	13
2.4.5 Mat á líkindum á stórslysi	13
2.4.6 Upplýsingamiðlun um slys og eðli slysa	14
2.4.7 Kostnaður umferðarslysa	14
3. Forsendur ökutækjakostnaðar í nýrri reiknilíkönunum	17
3.1 Forsendur tímagjalds	17
3.2 Forsendur kílómetragjalds	18
3.2.1 Fólksbifreiðar	18
3.2.2 Flutningabifreiðar	18
3.2.3 Strætisvagnar	18
4. Reikniaðferðir-tímagjald	19
5. Mat á tímagjaldi fyrir einkabifreiðar erlendis	21
5.1 Nálgun í Noregi	21
5.2 Nálgun í Svíþjóð	21
5.3 Nálgun í Danmörku	21
5.4 Nálgun í öðrum löndum	21
5.5 Óvissa í umfjöllun tímagjalds	22
6. Einfalt hugsanalíkan af ferðakostnaði	23
7. Almenn teoría um val ("behavioural decision theory")	24
7.1 Hinn hagsýni maður og tilraunamaðurinn	25
8. Þættir, sem taka þarf tillit til í tengslum við ferðakostnað	27
8.1 Greiðsluvilji þarf ekki að vera beintengdur við nytsemi	27
8.2 Hátt orkuverð breytir ferðavenjum	28
9. Notkun sviðsmynda við greiningu samfélagsvandamála	29
9.1 Ástandssviðsmyndir	29
9.2 Ferilssviðsmyndir	29
10. Kostnaðarnytjagreining fyrir val um vegagerðarverkefni	31
10.1 Framvinda, ef ekki er ráðist í tiltekið vegagerðarverkefni	31
10.2 Fjárfestingar í þágu samfélagsins	31
11. Arðsemi metin	32
11.1 Núvirðisaðferðin án innri vaxta	32
11.2 Núvirðisaðferðin með notkun innri vaxta við mat á arðsemi	32
12. Ástand vega á Íslandi - Evrópustaðlar	33
13. Heimildir	34

Samantekt

Rannsókn þessi fjallar um arðsemi fjárfestinga í vegagerð. Því almenna verkefni hafa verið gerð góð skil í Noregi og er handbók Norðmanna HB 140 góður vitnisburður um þá vinnu.

Við rannsóknarvinnuna í þessu íslenska verkefni hefur verið lögð áhersla á að fá fram tölur fyrir kostnaðarliðina km-gjald og tímagjald. Ný tafla um km-gjald er hér sett fram. Um forsendur fyrir gildi í töflunni er fjallað í kafla 3.2. Það skal tekið fram, að þetta er áfangaskýrsla og því er þessi tafla sett fram til bráðabirgða.

Tafla um km-gjald (Tafla 7)						
Tegund bifreiðar	Akstur á ári	K_r : rekstrarkostnaður bifreiðar á ekinn km án afskrifta	K_a : Afskriftakostnaður bifreiðar kr/km	K_b :	Mkm/ári	
Fólksbifreið	11000 km/ári	kr/km	kr/km	42,95	1771	
Fl.bifreið I	30000			260,-	0,5	
Fl.bifreið II	15000			183,-	3,5	
Strætisvagnar				350,-	9	
Vegið meðaltal				44,83		

Ný tafla um tímagjald er sett hér fram að neðan. Taflan er byggð á niðurstöðum í Handbók 140 frá norsku Vegagerðinni. Hún er því einungis til bráðabirgða, en höfundar telja rétt að fylgja þeirri nálgun, sem þarna er sett fram. Hún er því breyting gagnvart fyrri nálgun, sem sett var fram 1994 og sést í töflu 2. Tímalaun iðnaðarmanns eru sett á kr 1,750,- og voru þær upplýsingar fengnar frá Hagstofu.

Tafla um tímagjald (Tafla 8)				
Tilgangur ferðar	Kostnaður	Hlutfall	Fjöldi þátttakenda	Heildarkostnaður
Á meðan á vinnu stendur (viðskiptaferðir).	1.750,- kr	0,17	1,3	386,75
Frá heimili til og frá vinnu	1.225,- kr	0,24	1,2	352,80
Frítími	875,- kr	0,59	1,85	955,06
Vegið meðaltal:				1.695,-

Ef tímagjaldið úr töflu 8 er borið saman við erlendar tölur um tímagjald, þá er það nálægt sænskum viðmiðunartölum, sem sjá má í töflu settri fram í skýrslu Hagfræðistofnunnar frá árinu 2005 um forgangsröðun. Tölurnar frá hinum ýmsu löndum byggja á sama launagrunni eða launaviðmiði, sem eru laun iðnaðarmanns.

Þessi laun eru viðmið um þjódartekjur, sem reiknaðar eru út frá vinnuframlagi. Tímgildið eins og það er reiknað núna tengist því mikið viðmiði um þjódartekjur. Mat á frítímaakstri er

mismunandi eftir löndum frá 15% upp í 50% af mati fyrir viðskiptaferð. Mat þetta er ekki almennt rökstutt sem slíkt, þó að rannsóknir hafi farið fram í ýmsum löndum og slíkar tölur hafi hugsanlega verið óbeint undirbyggðar.

Í núverandi stöðu þjóðarbús virðist óneitanlega spennandi viðfangsefni að fara nánar ofan í þessi fræði. Það virðist einnig óvenjumikilvægt í núverandi stöðu, þar sem allra best nýting fjármuna, bílaeignar, orku og innviða þjóðarinnar er svo mikilvæg.

Summary in English

This research deals with profitability of investments in road building. The general issue has been dealt with to a satisfactory degree in Norway. And the Norwegian Handbook HB 140 is a good proof a a work well done. The Icelandic research has focused on supplying reliable figures for the cost factors km-value and time value. A new table for km value is proposed here. The background assumptions are dealt with within the report in section 3.2. It shall be stated that this report is preliminary and therefore the table is preliminary as well.

Table of km-value						
Type of a car	Driven km within a year	K _r : Operational cost of a car per driven km	K _a : Depreciation cost of a car kr/km	K _b :	Millions of km/year	
Ordinary Passenger car	11000	kr/km	kr/km	42,95	1771	
Truck I Bigger truck Class II	30000 15000			260,- 183,-	0,5 3,5	
Busses				350,-	9	
Weighted average				44,83		

A new table of a timevalue is presented here below. The table is built on results from Handbook 140 from the Norwegian Road Administration. It is therefore only preliminary, but the authors consider it correct to adhere to the proposal forwarded there. It is a change in comparison to an earlier approach forwarded in 1994 and seen in table 2. The wage of a industrial worker is set at 1750,- kronur an hour. The information was supplied by Bureau of Statistics.

Table of time- value				
Purpose of a trip	Costs	Ratio	The number of passengers (weighted average)	Total costs
During working hours.	1.750,- kr	0,17	1,3	386,75
From home to work	1.225,- kr	0,24	1,2	352,80
Leisure time	875,- kr	0,59	1,85	955,06
Weighted average:				1.695,-

If the timevalue from table 8 is compared with foreign figures on time value then it is close to Swedish figures that have been proposed in report A. Hall & Solveig Johannesdottir (2005) from the Institute of Economic Studies at the University of Iceland. The figures from different countries that can be seen within the same figure are based on the same income reference. The wages of an industrial worker is used as a base.

These wages are reference for gross national income, which are calculated from contribution to work. The time value that is calculated now is associated with a reference of national income. The estimate of the time value for driving in the free time is different depending on the the country from 15% to 50% for a business trip. This estimate is not generally supported by research evidence, even if research has been conducted in a few countries and such figures have been supported by indirect inference.

In the present situation of the country it seems very interesting to study these relations in more details. It seems paramount in the present situation.

Formáli

Verkefni þetta var sett af stað að tillhlutan samgönguráðuneytis og dr. Haralds Sigþórssonar umferðarverkfræðings er Dr. Stefán Einarsson falaðist eftir verkefnum að umferðaröryggismálum. Dr. Haraldur þekkti forvinnu í þessu verki afar vel bæði vegna starfa sinna hjá Reykjavíkurborg og kunnugleika við störf VST á þessu sviði, en Örn Steinar Sigurðsson yfirverkfræðingur hjá VST leiddi þessa vinnu á sínum tíma. Örn Steinar hafði samband við þekktu menn, t.a.m. sérfræðinga á SINTEF í Þrándheimi, svo sem Tore Knudsen og Dag Bertelsen. Þeir höfðu báðir unnið að arðsemisgreiningum í mörg ár. Stefán hafði samband við þá báða og hafa þeir báðir komið með mikilvægt framlag í verkið. Dr. Haraldur hefur margoft reifað, að kostnaðartölur fyrir þessa arðsemisútreikninga þurfi að vera sem réttastar, enda verði ekki rétt staðið að vegagerð yfirleitt né forgangsroðun um verkefni í vegagerð, ef ekki er unnið í því að upplýsa almenning um ávinninginn og eða áhættu, sem felst í þeim dýru framkvæmdum, sem vegagerð er. Við þekkjum öll hversu mikil áhrif byggðastefna og alls kyns hagsmunapot stjórnálamanna hefur á framgang verkefna í ríkiskerfinu. Þegar tiltekin verkefni eru komin í gang, þá er ekki auðveldlega aftur snúið og milljarðar festast í framkvæmdum, sem geta orðið gagnlitlar í tímans rás, ef miklar umbreytingar verða á búsetumynstri. Verkefni þetta er unnið með það í huga að gera ákvarðanatöku í gatnagerð auðveldari og markvissari. Gögn sem unnin eru í þessari skýrslu geta haft mikilvægt upplýsingagildi fyrir hönnuði og fleiri aðila. Samgöngumál, gatna- og vegagerð gegna mjög mikilvægu hlutverki í nútíma samfélagi.

Höfundar þakka fjárhagslegan stuðning Rannsóknarsjóðs Vegagerðarinnar og vona, að Vegagerðin sjái sér fært að styðja frekari rannsóknir eða verkefni á þessu sviði. Auk þess er verkfræðistofunni Eflu þakkaður styrkurinn og HR fyrir stuðninginn.

1. Inngangur

Mæling á arðsemi vegaf framkvæmda hefur farið eftir hefðbundnum leiðum og virðist svipuð nálgun gilda um Norðurlöndin öll. Þeir þættir, sem standa upp úr í einföldu arðsemismódeli eru nytjaþættirnir:

- 1) Ferðatími, en eftirsóknarvert er að stytta ferðatíma svo sem kostur er, þegar menn hugsa í þjóðhagslegu samhengi.
- 2) Reksturskostnaður bifreiðar og vegalengd.
- 3) Fjöldi slysa og óhappa og kostnaður við þessi slys.

Ef líkanið er betrubætt eru umhverfisþættir teknir með, en bæði notendur veganna og þeir sem búa í nábýli við þá verða fyrir óþægindum vegna hávaða og efnamengunnar. Efnamengun þessi er margþætt og er bæði um að ræða mengun frá lofttegundum, sem mynda súrt regn, svo sem NO_x og SO_2 , og gróðurhúsalofttegundir, eins og CO_2 . Einnig er um að ræða sótagnir, vatn og óhvarfað eldsneyti. Ef litið er almennt til heilsufarsáhrifa vegna umferðar er nauðsynlegt að meta áhrif mengunnar á lýðheilsu í tilteknu bæjarfélagi eða landi. Við tölfræðilegt mat á áhrifum svifryks væri t.a.m. reynt að meta, hversu margir muni deyja ótímabærum dauðdaga eða líða alvarlegt heilsutjón.

Við mat á hávaða er tekið tillit til þess, hversu margir verða fyrir hávaða af tilteknum styrkleika og er þá sett upp graf, sem sýnir styrk hávaða á því svæði, sem til athugunar er hverju sinni. Almennt er hægt að setja upp graf eða línurit fyrir jafngildisáhrif hávaða.

Enn ítarlegra arðsemislíkan mundi taka tillit til hættu- og áhættuþátta vegna umhverfis, sem hafa áhrif á líftíma framvæmdarinnar. Dæmi um slíka þætti eru áhrif veðrunar, svo sem ísingar eða leysinga, áhrif nátturuhamfara, svo sem eldgosa, jarðskjálfta, eða landriss, jarðsigs og flóða. Án ábyggilegra gagna um umferðarspár er þó lítið á slíkum líkönum að byggja, þannig að ávallt fylgir mikil óvissa slíkum framkvæmdum.

Í fyrri áfangaskýrslu verkefnisins vegna styrkveitingar Rannsóknarsjóðs Vegagerðarinnar fyrir árið 2007 var einkum fjallað um km-gjald og tímagjald. Höfundar lögðu áherslu á að afla sem besta upplýsinga um svokallað km-gjald og tímagjald, en km-gjaldið verður að vera í tengslum við bifreiðaeign landsmanna hverju sinni. Tímagjaldið er mjög mikilvægt, en gjald þetta er stæsti nytjaþátturinn í því líkani, sem notað er núna. Í þessari áfangaskýrslu er farið dýpra í greiningu þessa kostnaðarþátta og jafnframt er fjallað nokkuð um umhverfisþætti.

2. Helstu þættir í eldra arðsemislíkani

Í skýrslu, sem unnin var 1994 á Reykjavíkurborg, eru forsendur arðsemismats skoðaðar. Þeir kostnaðar- og nytjaþættir, sem lagðir voru til grundvallar, eru eftirfarandi:

1. Stofnkostnaður mannvirkis
2. Viðhalds- og rekstrarkostnaður mannvirkja
3. Áhrif framkvæmda á ekna vegalengd, ökutækjakostnaður
4. Áhrif framkvæmda á heildartíma, sem varið er í umferðinni, ökustundakostnaður
5. Áhrif framkvæmda á fjölda umferðaróhappa, óhappa- og slysakostnaður

Reiknilíkanið, sem heldur utan um þessa fimm kostnaðarliði, gefur einfalt arðsemislíkan, þar sem nytjabreytingar voru færðar yfir 20 ár, og var þeim skipt í tvö jafnstór tímabil, þegar að skýrslan var skrifuð, 1994. Tekjur vegna tímasparnaðar eru langstæsti hluti nytjanna, en tekjur vegna fækkunar umferðaróhappa eru yfirleitt heldur meiri en tekjur vegna breytinga á vegalengd.

Ósennilegt er, að tekjudreifingin sé svo jöfn í raunveruleikanum, einnig eru þjóðfélagslegar breytingar á undanförunum tveim áratugum það miklar að gera verður ráð fyrir frekari sveiflum í framtíðinni. Orkuverð er mikilvægur þáttur og samsetning bílafloata í framtíðinni í kjölfar breytinga á slíku verði hefur mikil áhrif.

Arðbær endingartími mannvirkis er talinn 25 ár, en heildarendingartími mannvirkis er talinn 40 ár. Hrakvirði mannvirkis er því 15/40 af stofnverði mannvirkjanna.

2.1 Stofnkostnaður

Stofnkostnaður inniheldur hönnunar- og þróunarkostnað framkvæmdar og síðan kostnað við byggingu framkvæmdar og allra fjárfestinga, sem tengjast framkvæmdinni og umsjón á meðan á byggingartíma stendur. Inni í þessum tölum er skrifstofukostnaður, laun o.fl. inni á Vegagerðinni. Óvissa er tekin með í stofnkostnað. Óvissa er hæst á frumhönnunarstigum og byrjar í um 30% á fyrstu skissustigum, en minnkar svo eftir því sem á verkið líður og línur skýrast. En þá hefur verið fjallað um frumdrög, forhönnun og verkhönnun. Óvissa endar svo í 10% og fer ekki neðar.

Í skýrslu borgarverkfræðings um arðsemi gatnaframkvæmda eru kostnaðarþættir stofnkostnaðar taldir upp, en til þeirra teljast eftirfarandi kostnaðarþættir:

Verktakakostnaður, en undir hann falla verkkostnaður og ófyrirséður kostnaður. Síðan er nefndur verkkaupakostnaður, en undir hann falla hönnunar- og umsjónarkostnaður verkkaupa, undirbúningskostnaður verkkaupa, gjöld sem verkkaupi greiðir og fjármagnskostnaður verkkaupa.

Í stofnkostnaði er innifalinn fjármagnskostnaður í formi áætlaðra raunvaxta á byggingartíma mannvirkisins. Stofnkostnaður lýsir núvirði mannvirkis á því ári, sem það er tekið í notkun á verðlagi reikningsársins.

J_0 : Viðmiðunarár núvirðis
 J : Ár, sem kostnaður fellur á
 J_f : Framkvæmdatími
 J_e : Arðbær endingartími
 rr : Vaxtafótur raunvaxta (núvirðisreikninga)
 rb : Vaxtafótur vaxta á fjármagn á byggingartíma
 $k_s(j)$: Stofnkostnaður (án fjármagnskostnaðar) vegna framkvæmda árið j (Mkr)

Í þessari athugun er gert ráð fyrir því, að stofnkostnaður ásamt fjármagnskostnaði falli til greiðslu í lok byggingartíma hverrar framkvæmdar.

Núvirði $k_s(j)$ árið $j = j_0$, hér nefnt K_{nv} er þá:

$$K_{nv}(k_s(j)) = k_s(j)(1+rb)^{j-f}(1+rr)^{j_0-j+1} \text{ (Mkr)}$$

Núvirði stofnkostnaðar K_{snv} fæst þá sem:

$$K_{snv} = \sum k_s(j) (1+rb)^{j-f}(1+rr)^{j_0-j+1} \text{ (Mkr)}$$

Dæmi um stofnkostnað (sjá nánar í Vegstaðli um skilgreiningar á veggerðum): Verð við vegagerð er yfirleitt sýndur sem kostnaður á hvern lengdarkílómetur.

Dæmi: C1 (breidd 7,5 m) vegur í Arnkötuladal kostar um 50 millj. kr/km með öllu (10% óvissu, 18% hönnun og fl.). 1+1 vegur (breidd 3+7,5+3=13,5 m) kostar um 150-210 millj.kr/km með öllu (20% óvissu, 18% hönnun og lýsingu). 2+2 vegur (A1 snið Vg) kostar um 400 millj.kr/km með öllu og mislægum gatnamótum á ca. 5 km fresti.

2.2 Viðhaldskostnaður

Viðhaldskostnaður byrjar að myndast eftir að mannvirki er tekið í notkun. Oft er miðað við að hann sé fast hlutfall af stofnkostnaði, 0,01, ef um er að ræða brýr eða sambærileg mannvirki. Að öðru leyti er gert ráð fyrir því, að viðhaldskostnaðurinn sé háður umferðarmagni og í hlutfalli við ekna kílómetra. Viðhaldskostnaður fellur strax á mannvirki eftir að þau eru tekin í notkun. Verkfræðistofa Sigurðar Thorodssen hefur skrifað um arðsemi gatnaframkvæmda og í skýrslu VST um forsendur fyrir arðsemi gatnaframkvæmda er kostnaðarlíkanið sett svo upp:

$$K_v(j) = 0,28x(L1(j)-L2(j)) + 0,01 * K_{sb} \quad \text{Mkr/ári}$$

K_{sb} : Stofnkostnaður brúa, sem tilheyrir framkvæmdinni í Mkr

$L1(j)$: Áætlaðir eknir km á ári eftir framkvæmd í Mkm/ári

$L2(j)$: Áætlaðir eknir km á ári mv. óbreytt ástand mannvirkja í Mkm/ári

2.3 Ökutækjakostnaður

2.3.1 Kílómetragjald

Reiknaður er rekstrarkostnaður fyrir bifreiðar, bæði breytilegur kostnaður og fastur kostnaður. Í arðsemislíkanið eru teknar með fólksbifreiðar, flutningabifreiðar og strætisvagnar. Síðan hefur verið reiknaður meðalökutækjakostnaður í samræmi við fjölda og notkun hvernar bifreiðategundar. Í reiknilíkani, sem sett var upp í skýrslu Borgarverkfræðings frá 1994, eru kostnaðarliðir fyrir fólksbifreiðar, flutningabifreiðar og strætisvagna sýndir. Akstur þessara eininga á borgarsvæði var metinn og meðaltal reiknað sem kílómetragjald fyrir þessar þrjár bifreiðategundir:

Tegund bifreiðar	Akstur á ári	K _r : rekstrarkostnaður bifreiðar á ekinn km án afskrifta	K _a : Afskriftakostnaður bifreiðar kr/km	K _b :	Mkm/ári
Fólksbifreið	11000 km/ári	10,52 kr/km	2,45 kr/km		741
Flutningabifreið		14,11	72,04		90
Strætisvagnar		45,40	5,56	50,96	4
Vegið meðaltal				19,5	

2.3.2 Tímakostnaður

Til grundvallar hefur verið lagt meðaltal tímalauna fyrir iðnaðarmann á höfuðborgarsvæðinu að viðbættum 34% í launatengd gjöld, en tímagjöld í öðrum ferðum er ákveðið sem ¼ af því gjaldi. Eftirfarandi tafla sýnir, hvernig meðaltalstímakostnaður er fenginn m.v. áður nefndar forsendur.:

Ferðir	Fjöldi í bíl	Tímagjald	Hlutfall ferða	Kostn. Kr/klst
Ferðir í atvinnuskyni	1,2	938	0,2	225
Aðrar ferðir	1,5	235	0,8	282
Meðaltímakostnaður				507

2.4. Kostnaður vegna umferðarslysa

2.4.1 Aðferð við greiningu slysa í vegakerfinu

Aðferðin inniheldur eftirfarandi skref:

Heildarfjöldi slysa í tilteknu vegneti er reiknaður út fyrir öll ár á greiningartíma. Alvarleiki slysa er greindur og settur í tölfræðilega vitrænt samhengi. Útreikningur á slysakostnaði fyrir allan greiningartímamann er síðan byggður á fjölda slysa og alvarleika þeirra. Sett er fram einingarverð, sem gildir fyrir tiltekinn hóp slysa.

2.4.2 Fjöldi slysa

Umferðarstofa skráir þau óhöpp og slys, sem gerast á íslenskum vegum og heldur um þau gagnaskrá. Greining alvarlegustu slysa og nánari úttekt á þeim fer síðan fram hjá Rannsóknarnefnd Umferðarslysa, sem sér um flokkun þeirra og rannsókn eftir því, hvaða áhersluatriði eru lögð til grundvallar hverju sinni.

Sumir vegir virðast tiltölulega öruggir og í áætlunum gildir því fyrir þá og sambærilega vegi að slysatíðni er lág. Að sjálfsögðu er ekki áhættulaust með öllu að aka eftir slíkum vegum, en það er heldur ekki líklegt, að þar muni gerast mörg slys í framtíðinni.

Þegar setja skal niður og taka ákvarðanir um slysatíðni fyrir hringtorg og tengivegi á grunni tilkynnta slysa er mikilvægt að athuga það, að ekki hafi verið í gangi átaksverkefni eða breytingar á vegunum, sem haft hafi áhrif á hugsanlega slysatíðni á því tímabili, sem til athugunar var.

Fyrir hringtorg og vegi, sem ekki hafa beint innlegg í slyskráningu á grundvelli gagna, verða menn að nota slysaögn frá umferð með samsvarandi gæðum. Leiðréttá verður þessi slysaögn fyrir t.a.m vanskráningu, sérstaklega meðal slysa með litlar eða minni háttar afleiðingar.

Fækkun slysa er m.a. hægt að ná fram með því að endurskipuleggja umferðina, þ.e. beina henni frá vegum og leiðum með mikla slysatíðni til vega og leiða með minni slysatíðni. Þessu má einnig ná fram með því að setja í gang herferðir til þess að fækka slysunum. Fjöldi þeirra slysa, sem gert er ráð fyrir að eigi sér stað í tilteknu vegakerfi má því meta út frá tveim grunnaðferðum. Nota má annars vegar mat á tíðni slysa sem álitin eru gerast í tilteknu vegkerfi, einnig má nota mælingargögn um árangur herferðar eða átaks. Tíðnaðferðin samsvarar þeirri aðferð, sem notuð er að öllu óbreyttu, en þá er fjöldi slysa metinn á grundvelli fjölda skráðra slysa eða meðalslysatíðni fyrir hinar einstöku akbrautir. Mæling á árangri átaks er notuð, þegar til eru góð gögn sem nota má til viðmiðunar, t.a.m. hraðahindranir.

2.4.3 Alvarleiki slysa

Alvarleiki slysa er mismunandi fyrir hinar ýmsu tegundir. Ásýndarmynd eða birting hinna ýmsu slysa er mismunandi eftir því, hvort slysið kemur fram á gatnamótum eða á beinum

vegköflum. Tíðnin er háð því, hvert ástand vegar er og hversu greitt er ekið á viðkomandi vegarkafli. Ef mæling á átaksverkefni er notuð til þess að ákvarða fjölda slysa er líklegt að í ljós komi, að sumum tegundum slysa fækkar meir en öðrum. Átaksverkefnið veldur því að dreifing slysa í tilteknu vegakerfi breytist.

Þannig getur tilteknum slysum fækkað meira en öðrum. Með aðferðinni er hægt að ná yfir slíkt samhengi. Fyrir hvern vegarkafli er fjöldi tjóna reiknaður eftir alvarleika, sem metinn er út frá meðaltalsgögnum um kostnað slysa. Þessir útreikningar mynda síðan grunninn fyrir útreikning slysakostnaðar.

2.4.4 Slysakostnaður

Heildarslysakostnaður fyrir hvert ár á greiningartíma er reiknaður með því að margfalda saman fjölda slysa innan hvers alvarleikaflokks og samsvarandi slysakostnað í þeim flokki. Þessir útreikningar eru framkvæmdir sérhvert ár fyrir þá vegarkafli, sem teknir eru með í tiltekið stefnumið um vegagerð. Að lokum er borinn saman heildarslysakostnaður fyrir hinar ýmsu tillögur og þær eru síðan bornar saman við óbreytt ástand m.t.t. vegagerðar.

2.4.5 Mat á líkindum á stórslysi

Aðferðinni sem hér var lýst er notuð á slys, með takmörkuðum afleiðingum innan umferðarkerfisins, sem talið er unnt að meta, þar sem hægt er að finna reynslutölur um tíðni og alvarleika slysa. Í okkar flókna samfélagi eru líkur á, að mjög alvarleg hópslysi geti gerst með miklar þjóðfélagslegar afleiðingar og stóraukin útgjöld fyrir vegagerð og byggingu innviða.

Stórslys eru flokkuð sem hamfarir, ef fleiri en 5 mannlíf tapast í einu slysi. Það eru til takmarkaðar áhættugreiningar og heildrænar áhættugreiningar á kringumstæðum sem geta þróast í stórslys. Í slíkum atburðum getur fjöldi manna látið lífið og eignatjón orðið mikið. Samkvæmt venju er slíkt mat huglægt, þar sem ekki eru til aðferðir til að henda reiður á gögnum, sem innihalda tölfraðilega vitneskju. Slíkar aðferðir eru notaðar í flutningageiranum, t.a.m. í tengslum við jarðhrun, flóð og óveður, bruna og sprengihættu í jarðgöngum. Einnig vegna áhrifa mengunnar hættulegra efna í jarðvatni, á jarðaryfirborði, eða í andrúmslofti. Hið sama á við um skemmdarverk og aðra atburði á hnútapunktum í samgönguneti eða á öðrum stöðum, þar sem fólk hefur safnast saman.

Slíkar aðferðir innihalda líka afleiðingagreiningu á framtaki eða verkefnum, sem fela í sér breytingar á svæðum, sem eru sérstaklega viðkvæm eða verða viðkvæm eftir framkvæmdir, svo sem ef byggja þarf löng jarðgöng, svo dæmi séu tekin.

Þörfina fyrir neyðar- og viðbragðsáætlanir á slíkum svæðum verður að meta sérstaklega með tilliti til þess að dregið sé úr stórslyshættu.

2.4.6 Upplýsingamiðlun um slys og eðli slysa

Við upplýsingamiðlun um slys og eðli slysa verður að taka mið af þeim slysum, sem eiga sér stað í dag. Mikilvæg spurning er því ávallt, hvernig slys eiga sér stað í dag, hversu alvarleg eru þau, og hvar gerast þau. Á hvaða stöðum eða hvaða vegarköflum? Hvað gerist eða hvernig verður framþróun, ef engar aðgerðir fara í gang til þess að hindra endurtekningu slysanna.

Færa verður í orð, hvernig setja skal fram almenn markmið um slysaveynd. Þá verður að gera mat á afleiðingum fyrir mismunandi valkosti í vegagerð, þ.e. hvernig slys koma fram, ef tiltekinn valkostur er valinn og hvernig samsetning slysa breytist, ef annar valkostur er valinn.

Í þessu samhengi verður ávallt að taka fram, hvers kyns óvissa er tengd greiningunum. Tilteknar lýsingar á slysaumhverfinu geta verið: Tegundir slysa og tegundir vegfarenda, tíðni, fjöldi, alvarleiki og kostnaður, kostnaður fyrir samfélag, slys á tilteknum gatnamótum og vegum. Ef ekki er hægt að ná fram markmiðum, sem hafa verið sett fram verður að rökræða það sérstaklega. Þá er mikilvægt að benda á leiðir, sem teknar hafa verið til umræðu, en eru ekki settar inn í áætlanir. Ef stefnumið hafa í för með sér hættu á því, að líkur á stórslysi aukist ber að ræða það sérstaklega, einnig þær úrbætur sem taldar eru draga úr líkum á slíkum slysum eða afleiðingum þeirra?

Gert er ráð fyrir, að framkvæmd slysavarnaráætlunar hafi áhrif á óhappa-og slysatíðni og alvarleika óhappa og slysa. Ef vel tekst til fækkar alvarlegum slysum og þannig dregur úr slysakostnaði.

S1(j) : Áætlaður fjöldi umferðaslysa að ári að framkvæmd lokinni.

S2(j) : Áætlaður fjöldi umferðarslysa m.v. óbreytt ástand mannvirkja.

S(j): S1(j) – S2(j)

K_{sl}: Meðalkostnaður við hvert umferðarslys Mkr/óhapp.

Skilgreining:

K_u (j) = s(j) K_{sl}, sem verður þá árlegur væntingarkostnaður vegna umferðarslyss eftir að framkvæmd hefur átt sér stað.

2.4.7 Kostnaður umferðarslysa

Reikna má sparnað eða tap vegna ætlaðra áhrifa breytinga á umferðaröryggi og nota viðmið úr neðangreindri töflu. Nota má skiptingu allt eftir því hver almenn markmið eru í einn, tvo, þrjá eða fjóra flokka eftir alvarleika. Ef upplýsingar eru þokkalega áreiðanlegar og liggja fyrir, er vanalega notuð skipting í 3 flokka. Ekki er hefð fyrir því að nota fjóra flokka, því að banaslys eru það blessunarlega fátíð, að staðsetning þeirra er tilviljanakennd, en þau vega mjög þungt í kostnaði, þar sem þau eru svo dýr þjóðhagslega. Verðgildi tölfræðilegs lífs er talið matsatriði og niðurstöður verða mismunandi eftir því hvaða matsaðferðir eru notaðar, en þetta mat verður þó sennilega ávallt mjög tengt getu fjármagnskerfis viðkomandi þjóðar. Þannig er mjög líklegt, að verðgildi tölfræðilegs Íslendinga lækki að verðgildi á næstu árum, þar sem tryggingarkerfi okkar hefur ekki bolmagn til þess að greiða jafnháar dánarbætur og áður var, þegar efnahagsleg velgengni okkar var meiri.

Oft er svo alvarleiki, sem tengist banaslysum, ekki nákvæmlega þekktur, þar sem afleiðingagreining er takmörkuð og tengist fyrst og fremst uppgjöri tryggingarfélagsins. Afleiðingar banaslyss eru þó afar miklar í nánasta umhverfi þess látna og ná töluvert út fyrir það. Yfirleitt hefur þessi þáttur ekki verið metinn peningalega. Betra er þó, að geta gert greinarmun á eignatjónsóhöppum og slysum með meiðslum, því að kostnaðar- og eðlismunur getur verið töluverður í því tilviki. Ef nota skal töfluna, sem sýnd er hér að neðan, þá eru tölur uppfærðar með lánavísitölu til þess mánaðar árs eða mánaðar, sem við á hverju sinni.

Kostnaður umferðarslysa eftir alvarleika.

Verðlag júlí 2008 í millj., launavísitala.

Kostnaður	Eignatjón	Minniháttar slys	Alvarleg slys	Banaslys
4 flokkar	1,5	12,5	78	508
3 flokkar	1,5	12,5	136	
2 flokkar	1,5	25		
1 flokkur	3,7			

Heimild: Kostnaður umferðarslysa eftir alvarleika, Línuhönnun mars 2006

Tafla 3 Kostnaður umferðarslysa eftir alvarleika. Endurskoðuð aðferðafræði frá 2006 var uppfærð til verðlags í júlí 2008 með launavísitölu (heimild: Efla). Ef allar upplýsingar liggja fyrir skal nota fjóra flokka, en við skort á alvarleikagreiningu skal notast við einn flokk. Vegna tölfræðilegrar óvissu sökum fárra banaslysa og hversu dýr þau eru, er oft notast við flokk með þremur tölum.

Sem dæmi um það, hversu næmt slíkt mat er fyrir útreikningi í hinum mismunandi flokkum getum við beitt aðferðinni á tiltekinn vegarkafila þar sem fjöldi slysa og hættutilvika er greindur á eftirfarandi hátt:

1 banaslys
3 alvarleg slys
15 slys með minni háttar meiðslum
40 eignatjón

Ef reiknað er væntingargildi taps fyrir hvern flokk fyrir sig má sjá næmleikann í athugunum. Ef notaðir eru fjórir flokkar í greiningu, þá er mestur næmleiki í athugunum og lauslegir útreikningar sýna væntingargildi taps upp á 982 milljónir fyrir slysafjölda og slysaflokkun. Séu einungis 3 flokkar notaðar lækkar talan í 784 milljónir. Næmleiki tveggja flokka gefur 535 milljónir og sé einungis einn flokkur notaður lækkar þessi tala í 222 milljónir. Þetta litla dæmi sýnir, að mikilvægt er að hafa sem bestar upplýsingar um fjölda slysa, en einnig er mjög mikilvægt að meta öll slys í þjóðhagslegu samhengi. Það hefur verið gagnrýnt að ekki sé samræmi við mat á tölfræðilegu lífi og slysakostnaður sé ávallt háður því, hvernig viðkomandi mannlíf er metið. Dauði eða banaslys á vegunum getur hins vegar átt sér stað við kringumstæður, sem tengjast fremur allmennri breytni viðkomandi, t.a.m. áfengis- eða lyfjanotkun. Það verður aldrei hægt að koma í veg fyrir slíkan dauða með einföldum aðgerðum í vegagerðinni sjálfri.

3. Forsendur ökutækjakostnaðar í nýrri reiknilíkönum

3.1 Forsendur tímagjalds

Tímagjald virðist vera ákveðið með svipuðum hætti í hinum ýmsu nágrannalöndum. Tímagjaldið er tengt við laun og launavísitölu og hefur því verið valin grunnstærð, sem er laun iðnaðarmanns. Rökin fyrir því að gera laun iðnaðarmanns að slíkri grunnstærð hafa verið sett fram með eftirfarandi hætti af norska verkfræðingnum Tore Knudsen, sem nú starfar á norsku rannsóknarstofunni SINTEF:

- 1) Þetta eru eins konar meðallaun í samfélaginu og viðmiðunarlaun fyrir verðgildi unninnar klukkustundar.
- 2) Þetta er líka tölfræðilegur grunnur fyrir launaþróun í samfélaginu. Með því að útbúa þessa tengingu, þá erum við búin að sjá til þess, að tímaþátturinn sé uppfærður reglulega.
- 3) Tímagjaldið er gefið upp með þrennum hætti í Noregi. Ef miðað er við stuttar ferðir, þ.e. undir 100 km, þá verður skipting tímagjaldsins svona:

Tafla 4				
Tilgangur ferðar	Kostnaður	Hlutfall	Fjöldi þátttakenda	Heildarkostnaður í NOK
Á meðan á vinnu stendur (viðskiptaferðir).	263 NOK	0,17	1,3	70,2
Frá heimili til og frá vinnu	187 NOK	0,24	1,2	57,-
Frítími	131 NOK	0,59	1,85	143,-
Vegið meðaltal:				270,2 NOK

Hlutfall þeirra sem nota bíla í slíkum tilgangi, þ.e. í frítíma, er væntanlega hærra hjá þeim, sem hafa meiri tekjur.

Eins og sjá má á þessari töflu er verðmæti hvernar ferðar metið til vinnuframlags. Hæst eða mest vinnuframlag er sett á viðskiptaferðina, sem fer fram í vinnutíma. Næst í röðinni kemur ferðin frá heimili til vinnu. Verðgildi þeirrar vinnu er sett á rúmlega 70% af vinnuframlagi í eðlilegum vinnutíma. Loks kemur verðgildi á vinnuframlag frítíma, en misjafnt mun vera eftir

Þjóðlöndum, hvort frítíminn er yfirleitt talinn hafa ígildi vinnuframlags. Það er mikið íhugunarefni að setja niður, hvernig þessi skipting eða þetta mat á að vera. Einungis viðskiptaferðirnar sem slíkar hafa ígildi fulls vinnuframlags. En þar eru laun starfsmanns sett jöfn launum iðnaðarmanns, önnur gildi eru ákvörðuð út frá rannsóknum á atferli og tímaþáttum og síðan er þetta tengt við laun iðnaðarmannsins.

3.2 Forsendur kílómetragjalds

3.2.1 Fólksbifreiðar

Í dag er vandað til mats á rekstrarkostnaði vegna bifreiðanotkunar og má nefna, að nú er tekinn með í reikninginn fjármagnskostnaður. Helstu þættir, sem teknir eru inn í aksturskostnað fólksbifreiða eru eftirfarandi: 1) Kostnaður vegna notkunar, en þar er átt við bensín, viðhald, viðgerðir og hjólbarða, 2) Tryggingar, skattar og skoðun, 3) Bílastæði og þríf, en í þeim kostnaði er bílastæðakostnaður, þríf o.fl., 4) Verðrymnun, 5) Fjármagnskostnaður, en í honum eru vextir settir á 7% .

Við kostnaðarmat á rekstrarkostnaði einkabifreiðar var rekstrarkostnaðarlíkan FÍB (www.fib.is) notað. Sem forsendur voru settar 1.750,- þús. krónur sem meðalkaupverð íslenskrar bifreiðar. Þá var gert ráð fyrir 20 þús. kílómetra akstri á ári. Heildarrekstrarkostnaður bifreiðar með þessum forsendum verður 42,95 kr/km.

3.2.2 Flutningabifreiðar

Flutningabifreiðum er skipt í tvo flokka eftir þyngd. Annar flokkurinn inniheldur bifreiðar allt að 12 tonnum að þyngd og hinn síðari bifreiðar yfir 12 tonnum. Meðalverð fyrir bifreiðar í flokki 12 tónna og léttari er áætlað 8 milljónir króna. Akstur í þessum flokki er áætlaður 30 þúsund km á ári. Meðalverð í flokki bifreiða yfir 12 tonn að þyngd er áætlað kr 16 milljónir. Akstur í þessum flokki er áætlaður um 150 þúsund km á ári. Gerð var fullkomin rekrarkostnaðarúttekt fyrir báða þessa flokka og tekinn með áætlaður launakostnaður fyrir bílstjóra í hvorum flokki fyrir sig. Niðurstöðutölur um kostnað fyrir flokk I urðu 260,- kr/km og fyrir flokk II 183,- kr/km.

3.2.3 Strætisvagnar

Rekstrarkostnaðartala með launakostnaði fyrir starfsmann fyrir strætisvagna höfuðborgarinnar var gefin upp fyrir Strætó s.f. af framkvæmdastjóra hjá fyrirtækinu og var niðurstöðutala 350,- kr/km.

4. Reikniaðferðir-tímagjald

Sett hefur verið fram jafna til að meta tímaávinning í ferðum til peninga. Jafna Henschers er aðaljafnan, sem notuð er til að meta tímagjald. Jafnan er merkileg tilraun til að lýsa fjárhagslegum ávinningi af tímasparnaði, sem myndast vegna styttingar leiða. Hún mun þó ekki mikið notuð innan fræðigreinarinnar í háskólaumhverfinu. Jafnan inniheldur þætti, sem tengjast velferðarhagfræði, svo sem hvernig peningalegt gildi frítíma er metið m.v. ferðatíma og gildi þess, að stytting ferðatíma dregur úr þreytu. Jafnan hefur verið sett fram á eftirfarandi hátt:

$$V_{tts} = (1-r-pq)*MP + r*vl + MPF$$

Vídd jöfnunnar er krónur

Einstök tákni í jöfnunni eru útskýrð í töflunni hér að neðan:

V_{tts}	Gildi sparaðs (unnins) ferðatíma.
r	Hluti ferðatíma, sem nýtist sem frítími.
p	Hluti ferðatíma, sem nýtist ekki til vinnu á meðan á ferð stendur.
q	Andhverfugildi hlutfallslegrar framleiðni vinnu á meðan á ferðalagi stendur sett í samanburð við framleiðni vinnu á skrifstofunni.
pq	Ferðatímaframlag, sem nýtist ekki til vinnu þrátt fyrir tímaávinning vegna nýrra ökuleiða.
MP	Launakostnaðarframlag.
vl	Peningalegt gildi frítíma m.v. ferðatíma
MPF	Gildi þess, að stytting ferðatíma dregur úr þreytu.

Eins og fram kemur í texta jöfnunnar þá nýtist ekki allur tíminn til vinnu. Hér snýst málið um að meta á raunsæjan hátt, hvernig stytting ferðatíma nýtist þjóðfélaginu í formi meiri verðmætasköpunar. Stærðin r sýnir þann hluta ferðatímans, sem nýtist sem frítími. Stærðin p sýnir þann hluta tímans, sem er til aflögu fyrir vinnu, en nýtist þó ekki til vinnu. Stærðin q sýnir síðan andhverfugildi þeirrar framleiðni, sem næst í vinnu m.v. vinnu á skrifstofunni. Til þess að útskýra betur stærðina q má hugsa sér að í þeim tilvikum, sem maður væri í fullu starfi við að aka bifreið, þá væri gildið 1. Í þeim tilvikum, þar sem menn geta ekki nýtt tímann, á meðan að þeir eru að ferðast, þá er gildið 0. Síðustu tvö gildin í jöfnunni sýna heilsuhagfræðilega þætti.

Til þess að útskýra betur, hvernig unnið er með jöfnuna, skulum við gera ráð fyrir því að unnt hafi verið að ná 100 mínútna tímasparnaði við vegaframkvæmdir. Af þessum 100 mínútum eru 40 notaðar í frítíma og 60 mínútur í vinnu. Þetta þýðir, að gildi tímasparnaðar í vinnu er $(60)*MP$ og gildi tímasparnaðar í frítíma er $40*vl$.

Gerum nú ráð fyrir, að launþegi sem er í fullri vinnu eða hlutastarfi geti nýtt tímann í vinnu og að einungis 50% (p) af tímanum nýtist í vinnu, þá er nettótímasparnaður jafn $60(1-0.5) = 30$ mínútur. Síðan er gert ráð fyrir, að vinna á ferðalaginu hafi ekki sömu framleiðni og vinna á skrifstofunni, eða að 80 mínútna vinna á ferðalaginu hafi ígildi 60 mínútna vinnu á skrifstofunni. Ef þetta er táknað með stærðfræðinni, þá þýðir þetta að gildið $q = 80/60$. Sá sparnaður, sem náðst hefur í ferðatíma til vinnu er þar með: $60(1-0.5*80/60) = 20$ mínútur.

5. Mat á tímagjaldi fyrir einkabifreiðar erlendis

Mat á tímagjaldi erlendis er misjafnt eftir því hvaða land á í hlut. Hér skal stuttlega dregið á þetta, en misjafnt er hvernig þættir eru metnir til tímagjalds. Má telja þetta að mörgu leyti einkennilegt við fyrstu sýn, en þetta byggist á því, að tölfræðileg úrtök verða ekki sambærileg milli landa, auk þess eru matsaðferðir misjafnar og efnahagsástand hinna mismunandi landa er frábrugðið með ýmsum hætti. Það sem er hins vegar nokkuð frábrugðið er nálgunin varðandi frítímamann, en sums staðar eru frítímaferðir ekki teknar með í reikninginn og er Þýskaland dæmi um slíkt land. Í yfirferðum skilningi þýðir þetta, að frítímaaksturinn er ekki metinn til fjár í löndum eins og Þýskalandi. Þetta verður ávallt erfitt matsatriði, en það má hugsa sér kringumstæður, þar sem embættismaður eða sérfræðingur hefur gagn af ferð í einkaerindum og getur nýtt það í vinnu. Hið sama á við iðnaðarmanninn sem hefur skilningarvit sín opin fyrir nýjungum eða góðum lausnum, sem hann sér á vegferð sinni. Í næstu málsgreinum er gerð stutt könnun á því, hvernig tímagjald er metið í helstu nágrannalöndum:

Sætanýting er lykilhugtak í sambandi við ávinning af sparnaði á ferðatíma. En ljóst er að erfitt er að henda reiður á nákvæmni mats á sætanýtingu.

5.1 Nálgun í Noregi

Eins og reifað hefur verið og sjá má á tímagjaldi, sem mælt er með í Noregi, þá eru ákveðin prósentuleg tengsl á milli tímagjalds, sem notað er í vinnuferðir svo og tímagjalds, sem notað er í ferðir til og frá vinnu og frítíma. Eins og áður hefur verið fjallað um eru þessi hlutföll þannig í Noregi, að tímagjald fyrir ferðir til og frá vinnu er metið á 70% fulls tímagjalds, og tímagjald fyrir frítíma er metið á 50% af fullu tímagjaldi.

5.2 Nálgun í Svíþjóð

Nálgun í Svíþjóð er einfaldari og eru settar 190 sænskar krónur á persónutíma á árinu 1999 við þjónustuferðir í þágu atvinnurekanda. Ekki voru tilteknir aðrir liðir við mat á ferðakostnaði í bifreiðum.

5.3 Nálgun í Danmörku

Í Danmörku eru notuð eftirfarandi viðmiðunargildi: Tímagjald er 115% af launum iðnaðarmanns fyrir þjónustuferðir. Viðmiðið er 30% af launum iðnaðarmanns fyrir ferðir til og frá vinnu og 18% fyrir frítímaferðir.

5.4 Nálgun í öðrum löndum

Í Bretlandi er nálgunin önnur, en þar er tímagjaldið fyrir frítímaferðir metið hærra og sett sem 43% af launum iðnaðarmanns, biðtími er metinn tvöfalt hærra en aksturstími. Í Frakklandi er

tímagjald fyrir þjónustuferðir sett 100% af tímagjaldi iðnaðarmanns, ferðir til og frá vinnu eru metnar til 50% tímagjalds og frítímaferðir eru metnar á 25% af fullu tímagjaldi.

5.5 Óvissa í umfjöllun tímagjalds

Tímagjaldið er byggt á mati eins og margoft hefur komið fram og að sjálfsögðu fylgir mikil óvissa slíku mati. Óvissa þessi tengist annars vegar greiðsluviljaaðferðafræðinni sjálfri og þeirri ósamkvæmni, sem slíkar athuganir kalla fram í tilsvörum hjá fólki, en fólk á erfitt með að meta nákvæmlega tengsl sín við peninga með þeim hætti, sem þarna er farið fram á.

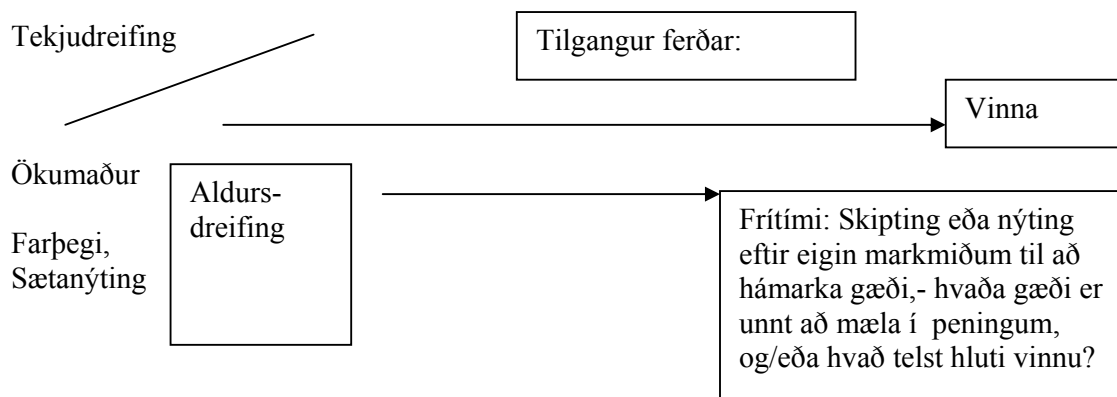
Í svonefndri “Stated Preference” aðferð er fólk hins vegar beðið að velja á milli nokkurra valkosta huglægt, en fólk er yfirleitt ekki það tengt við sjálf sig, að það geti miðlað sönnu vali með þessum hætti. Þá er ávallt svokallað sjálfsvál í tilsvörum fólks, ef ekki tekst að ná í úrtakshóp, sem sýnir rétt þversnið af þjóðfélaginu öllu.

Ef afbrigði aferðarinnar sem nefnist afhjúpað val (revealed preference), er notað þá er dregið úr áðurnefndri óvissu, því að valið er rekjanlegt með raunverulegri veruleikaprófun.

6. Einfalt hugsanalíkan af ferðakostnaði

Eftirfarandi mynd sýnir einfalt líkan af ferðakostnaði. Í því arðsemislíkani, sem sett hefur verið fram í þessari skýrslu, er í aðalatriðum tekið mið af norskum hugmyndum um arðsemi. Sem stendur er notuð önnur launaviðmiðunartala fyrir farþega, en bílstjóra. Ljóst er að not farþega af ferðunum eru oftast önnur en not bílstjóranna, en í sumum tilvikum geta þau að sjálfsgöðu farið saman. Sumir farþegar hafa í reynd lítinn eða engan greiðsluvilja, eins og t.d. börn. Aðrir hafa mun meiri greiðsluvilja, svo sem eins og ellilífeyrisþegar, sem hafa háar tekjur í formi góðra eftirlauna, en þau gæði sem skipta þá máli geta verið aukinn möguleiki á ferðalögum.

Mynd 1: Einfalt hugsanalíkan af ferðakostnaði.



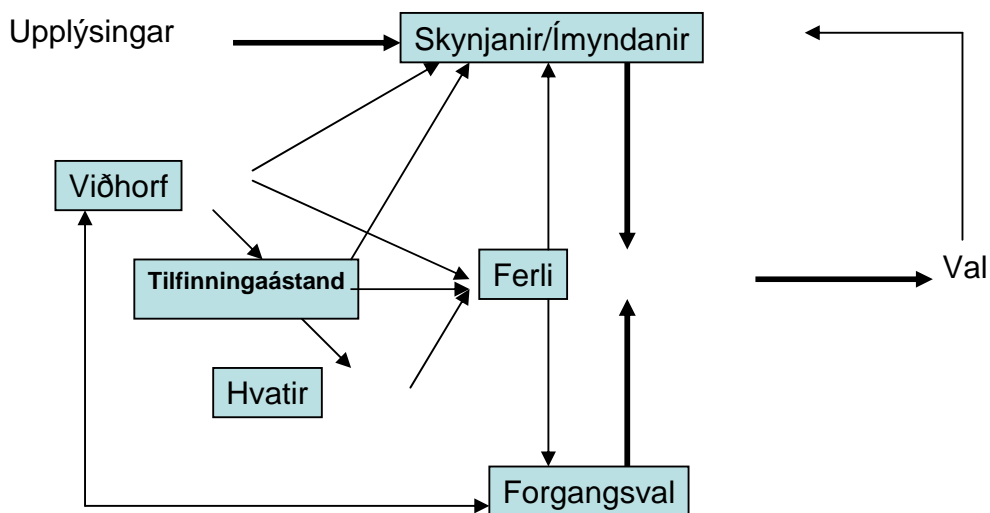
Myndin er byggð upp í gegnum nokkur lykilhugtök, sem skipta máli í sambandi við arðsemi vegaf framkvæmda. Sætánýting er augljóslega mikið fjárhagslegt atriði. Einkabíll, sem fullnýtir sæti flytur fimm einstaklinga áleiðis. En það er nokkuð ljóst, að mjög erfitt er að áætla meðalsætánýtingu í "tölfræðilegri" bifreið. Það hefur hins vegar verið gert í þeim rannsóknum sem hér er vísað til.

Mikilvægar spurningar verða ávallt: Hversu oft fer ökumaður í vinnuferð af þeim ferðum, sem hann fer í- hversu mikið gagnast þær ferðir honum og hans tekjuöflun – og hins vegar, hversu mikið gagnast þær atvinnurekanda hans? Tekjurnar, sem myndast í akstrinum mundu þannig verða hluti þjóðartekna. Hvernig er rétt að meta ávinning atvinnurekandans til arðsemi, þ.e tekjur hans og hvaða tekjur þá. Ahrifa þáttar orkuverðs er mikill og er það einkum vegna þess, að ef orkunotkun fer yfir tiltekið hámark, þá er ekki eðlilegt að tengja akstur við arðsemi eins og gert hefur verið fram að þessu. Ef skortur er á fjármagni til að kaupa orku, þá er ekki rétt að þjóð reikni sér ávinning af óheftri orkunýtingu. Þegar komið er að vissum orkunýtingarmörkum fyrir heildina þá hefur það líkan af arðsemi fyrir vegaf framkvæmdir, sem hefur verið brugðið upp hér ekki nægilegt almennt gildi.

7. Almenn teoría um val ("behavioural decision theory")

Ekki er unnt að fjalla um arðsemi af vegaf framkvæmdum, nema kynna sér hagfræðiteoría um val og breytni manna, sem standa frammi fyrir vali. Ljóst er, að val er ávallt mikið tengt tilfinningum og löngunum, en skynjun fyrir raunveruleika eða jarðtenging þarf í sjálfu sér ekki að vera mikil, enda skyggja langanirnar sjálfar á þessa jarðtengingu. Hagfræðin byggir að miklu leyti á því að unnt sé að spá fyrir um val sem breytni og að hún sé hagfræðilega skynsamleg (eða það sem kallað er "rational" á erlendum málum). Flestir vita að markmið einstaklinga eru fjölpætt og því er engan veginn unnt að spá fyrir um það afgerandi, hvernig þeir haga sér gagnvart mismunandi vali. Nokkrir þættir eru taldir hafa áhrif á val og verður fjallað um þá hér:

Mynd 2: Ákvörðunarferli hins skynsama manns endurskoðað.



Gott dæmi um það, hvernig slíkt val myndast eru viðhorf úr umhverfi ("attitudes") og hvernig menn búa til val úr slíkum viðhorfum. Það er þekkt, að menn breyta mikið í samræmi við breytni nágranna og líkja eftir henni. Meðal unglunga hefur þessu atferli verið gefið nafn og er kallað áhrifagirni. Oft eru eignir, t.a.m. húseignir og bifreiðar valdar út frá slíkum viðhorfum, en meðal yngri kynslóðarinnar er þetta val mun víðtækara. Þannig velja unglingsstúlkur sér fót saman, áhugamál og jafnvel kærasta. Dæmi um slíkt val sem hefur mikil efnahagsleg áhrif eru t.d. hinir svokölluðu forstjórajeppar, en fjölmargir sem ekki eru forstjórar hafa útvegað sér slíkar bifreiðar og oft tekið andvirði þeirra að láni. Engin sýnileg notagildi eru bersýnileg umfram eign á venjulegri fjölnotabifreið önnur en þau, að menn hafa unnið sér til eignar bifreið sem gefur í skyn að viðkomandi hafi orðið ofan á í lífsbaráttunni. Tilfinningaástand við val og áhrif þess á hugsanaferlið ("affect") er mikilvægt, en margir hafa keypt hluti, sem

Þeir töldu sig vera ánægða með í fyrstu, en voru ekki, þegar upp var staðið og þeir voru búnir að ná betri raunveruleikatengingu. Hvatir ("motives") eru mjög mikilvægar í ákvarðanaferli, en ávallt tengist val að töluverðu leyti notagildi hlutar eða eigna, sem menn afla sér. Visst forgangsval ("preferences") liggur fyrir, þegar menn hafa skoðað eða tileinkað sér viðhorf úr umhverfi. Í upplýsingagreiningu sinni notar ákvörðunaraðili skynjanir ("perceptions") og/eða ímyndanir ("beliefs") til þess að komast að ákvörðun í svonefndu ákvörðunarferli ("process").

Miklu skiptir í þessu sambandi, hvernig sálfræðingar túlka val annars vegar og hagfræðingar hins vegar. Menn aka bíl mikið sér til ánægju, jafnframt því sem þeir nota hann í vinnu. Fritímaakstur veitir mikla ánægju og hleður því batterið hjá mönnum og nýtist því a.m.k. óbeint til vinnu og vinnuframlags. Aksturinn hefur því mikið hagrænt gildi, en geta hagfræðingar metið þetta gildi til tekna í krónum og aurum? Fullyrnt hefur verið, að hagfræðingar þekki verð allra hluta, en ekki gildi þeirra. Þessi fullyrðing er á vissan hátt sígild og lýsandi fyrir þeirra vinnuumhverfi, en margir hagfræðingar skjóta sér undan því að fjalla um mannsálina. Skv. skoðun hagfræðinnar notar neytandinn, skynjanir og skoðanir, val hans er stöðugt og í því er vitræn samfella. Neytandinn reynir að hámarka arðsemi af sínu forgangsvali undir jaðarskilyrðum markaðarins.

Skoðun sálfræðinnar á gildum og vali er önnur. Menn meta gildi eftir eðlislægri fullnægingu þeirra, sem tengist mikið líffræðilegum þörfum. Hagfræðin fjallar um það, hvernig gildi er sett á hluti, sem verslað er með á staðgreiðslumarkaði. Þrátt fyrir gagnsemi af þessari vinnu, þá hefur hún ekki verið tengd þeim mannlegu markmiðsferlum, sem í reynd ákvarða gildi.

Sálfræðin notar í þessu samhengi hugtakið gildi eða "value" á erlendum málum. Í hagfræðinni er hins vegar mest rætt um notagildi eða "utility" á erlendum málum. Tengsl milli hugtakanna value og utility hefur verið sett fram með eftirfarandi hætti: Enginn hlutur hefur gildi, nema að hann hafi notagildi.

7.1 Hinn hagsýni maður og tilraunamaðurinn

Val er eins lýst er í ofangreindu í sjálfu sér hagfræðilegt og sálfræðilegt og ekki er unnt að fjalla um val í tengslum við akstur á þjóðvegum, nema að gera sér grein fyrir þessu. Hagfræðingar byggja upp sína þekkingu á vali hins hagsýna manns eða homo economicus eins og hann er nefndur á erlendum málum. Nútímahagfræðingar svo sem eins og Nóbelsverðlaunahafinn McFadden líta fremur á þennan aðila sem viðmið en fullkominn sannleika. Ekki megi taka hugmyndina of bókstaflega, því að ávallt séu miklar sálfræðilegar ástæður fyrir vali, en þessu var lýst hér að ofan. Hagfræðingar tala um hinn hagsýna mann (hefur verið nefndur "rational man") og tilraunamann, sem ein konar andstæðu. Tilraunamaður sálfræðinnar er nefndur Kahnemann-Tversky og hann velur ekki út frá sömu grunnforsendum og hinn skynsami maður. Þetta skiptir verulegu máli þegar komið er út í praktísk viðfangsefni í hagfræði, svo sem eins og mælingar með svokallaðri Stated-preference aðferð, en sú aðferð er einmitt notuð til þess að meta val.

Eftirfarandi dæmi sýnir, hvernig orðalag hefur áhrif á val. Dæmið er raunverulega mjög takmarkað og takmarkandi upplýsingar hægt að fá úr því, en það skýrir vel þann vanda, sem tengist því að fá fram greinagott yfirlit um val, sem hafi eitthvað spágildi.

Úrtakið má heimfæra á slysavarnir og eru 600 manns, sem eru í úrtakinu sagðir í lífshættu, en ekki er sagt frá því, hvernig þeim er bjargað: Hér er væntingargildi að því er virðist hið sama í

hvorri fullyrðingu fyrir sig, en óvissan er mjög mismunandi. Valið milli A og B virðist því auðvelt, því að val samkvæmt kosti A felur í sér vissu. Valið sýnir, að menn vilja komast hjá óvissu í tengslum við valið. Hið sama kemur raunar fram í 2. tilraun. En val D gefur möguleika á betri niðurstöðu fyrir heildina en val skv. liði C.

<i>Tafla 5</i>				
	1.tilraun	val	2.tilraun	val
	A: 200 er bjargað	72%	C: 400 deyja	22%
	B: 600 er bjargað með líkum 1/3 0 er bjargað með líkum 2/3	28%	D: 0 deyja með líkum 1/3 600 deyja með líkum 2/3	78%

8. Þættir, sem taka þarf tillit til í tengslum við ferðakostnað

8.1 Greiðsluvilji þarf ekki að vera beintengdur við nytsemi

Við þróun á fræðigreininni hagfræði er unnið mikið eftir sérstökum athugunarferlum, t.d. er almenn nálgun í greiningu á framleiðni að athuga með hvaða hætti framleiðni aukist í tilteknu framleiðsluferli, ef einni einingu af framleiðsluþætti er bætt við í framleiðslukerfi. Þetta hefur verið nefnt "marginal productivity theory" á ensku) eða fræðigreinin um jaðarframleiðni á íslensku. Hagfræðin notar stærðfræði og framleiðslufall er mikilvægt hugtak. Framleiðslufall er hægt að fá fram með því að skoða nokkrar breytingar, sem hafa áhrif á framleiðni og meta, hvernig þessi áhrif koma fram. Til þess að skýra betur nafngiftina má nefna, að ekki er augljóst að alltaf sé jafnhagkvæmt að bæta við mannafla í framleiðslufyrirtæki vegna jaðarskilyrða. Framleiðni gæti minnkað, ef starfsmenn verða of margir.

Tafla 6

Tafla 6	
Tímabáttur til mats:	Athugasemdir og skýringar:
Markmið ferðar	Fræðilega yrði hér að koma líkindadreifing fyrir mismunandi markmið, en í viðskiptaferðum eru væntanlega ávallt framkvæmdar útréttingar í einkaþágu.
Tegund gagna sem aflað hefur verið í rannsóknum: Í meginatriðum er um tvær aðferðir að velja svokallaða stated preference aðferð annars vegar, og revealed preference aðferð hins vegar.	State preference á við val, sem er ímyndað í hugarheimi þátttakenda. Revealed preference á hins vegar við um val sem er afhjúpað eða mælt og sannreynt með tilraun eða mælingu.
Í hvora átt virkar breytingin í vegakerfinu : Verður ávinningur eða stytting á tíma –Eða verður tap á tíma eða lenging ferðar m.t.t.tíma Vilji manna til þess að sætta sig við breytingar –getur tengst hinum almenna greiðsluvilja	Í sumum tilfellum hafa framkvæmdir hugsanlega þær afleiðingar, að ferðatími lengist, þá þarf að meta aðstæður í nýju ljósi.
Lengd ferðar í km	Hefur áhrif í kostnaðarsamhengi.
Stærð tímasparnaðar í mín	Hefur áhrif í kostnaðarsamhengi.
Sértækir þættir sem tengjast vali, oft þeir þættir sem hafa tengingu við þægindi. Svo sem tími sem fer í að leita að bílastæðum.	Er hægt að taka þetta með í líkan um tímasparnað?
Sérstakar aðstæður þeirra sem ferðast, t.a.m heimilistekjur.	Hafa þessir þættir áhrif og með hvaða hætti?
Mismunandi áhrif menningar og staðsetningar.	Staðbundin áhrif á tímasparnað.
Breytur í ferðavali (t.d. val á leið og ferðahraða).	Áhrif ferðavals á tímasparnað.

Tímagjaldið eins og það er tekjufært í athugunum fram að þessu er eingöngu tekjufært sem laun starfsmanns, en tekjur atvinnurekanda eru ekki teknar með í reikninginn. Þetta virðist ekki eðlilegt, þar sem verið er að vinna í þágu atvinnurekanda. En greiðsluvilji hans kemur þá inn í dæmið. Í hagfræðinni er tíminn skoðaður sem vara, sem ber að nýta. Líta má svo á að hver og einn hafi í vitund sinni eigið nytsemisfall (“utility fall”), þar sem hann hámarkar arð af eigin starfsemi. Í umfangsmikilli norskrari athugun á tímagjaldi voru margir þættir teknir til mats við val á þáttum, sem tengdust breytni ökumanna og höfðu því raunverulega áhrif á kostnað og þar með tímagjald. Nokkrir þessara þátta eru skoðaðir nánar í eftirfarandi töflu:

Til frekari skýringar um t.a.m. tekjur og tímaþátt skal nefnt, að tekjur hafa áhrif á ferðatíma, en flestar ríkisstjórnir gera kröfu um það, að ferðatími sé metinn sem fasti og ekki tekjuháður. Tengingin er þó í gegnum launavísitölu nú sem stendur, þannig að tekjur aukast í samræmi við hækkun launavísitölu og þar með tímagjaldið. Grundvallarspurning verður þó ávallt: Á að setja mismunandi tímagjald fyrir farþega og /eða ökumann? Margar athuganir á tímagildum nota sama gildi fyrir farþega og ökumann, en aðrar setja lægra tímagildi á farþegann. Á að setja annað tímagjald fyrir eldri borgara en venjulega ökumenn? Tímagjaldið er venjulega talið lægra fyrir unglinga, stúdenta og þá eldri eða þá, sem eru komnir á eftirlaun. Það virðist því eðlilegra að setja fram aldursdreifingu á notendum og sjá, hvernig tímagjaldið breytist við það, en framtíðartímagjaldið mundi þá breytast meir, en áður var talið.

8.2 Hátt orkuverð breytir ferðavenjum

Eftirfarandi mynd sýnir breytingar í innkaupsverði á bensíni og olíu yfir þriggja ára tímabil. Svo sem sjá má á línuritinu hefur innkaupsverðið hækkað geysilega á umræddu tímabili. Dísilolía hefur greinilega tvöfaldast í verði. Bensín hefur hækkað meir en 60%. Ljóst er, að þessi breyting hlýtur að hafa mikil áhrif á ferðavenjur, bæði atvinnubílstjóra og einkabílstjóra.



9. Notkun sviðsmynda við greiningu samfélagsvandamála

Sviðsmyndir (scenario) eru hjálpartæki við langtímaskipulagningu í samfélagi sem er í þróun. Í samfélagsgeiningunni eru aðferðirnar notaðar bæði magnbundið við útreikninga á líkönum fyrir notkun samgöngumannvirkja og til greiningar og athugana, þegar meta á framþróun.

Sviðsmynd er heilstæð mynd af ímyndaðri stöðu í framtíðinni, oft nefnd framtíðarmynd. Lýsing á sviðmyndinni inniheldur einnig framþróun sem leiðir til þess að framtíðarmyndin verður að veruleika. Skilgreina má sviðsmynd með þeim hætti, að það sé tímagreind röðun atburða, sem hafi rökrænt innra samhengi og markmiðið sé að gera stöðu í framtíðinni sýnilegri.

Mikilvægt hugtak tengt sviðsmyndum er hugtakið drifkraftur eða drifkraftar. Þá er átt við mikilvæga samfélagsþróun sem vegur þungt og hefur áhrif á kerfið, sem verið er að athuga. Dæmi um slíka drifkrafta er hagvöxtur, olíuverð, kosningar, almenn afstaða fólks til samfélagsbreytinga, bílaeign o.s.frv.

Það eru til ólík form á sviðsmyndum og heimildir lýsa mörgum tegundum. Einn möguleiki til þess að flokka sviðsmyndir er að athuga, hvort leggja beri áherslu á að meta vægi ferlanna, sem leiða til framtíðarskipulags (ferilssviðsmyndir), eða hvort um er að ræða að framtíðarmyndirnar séu metnar.

9.1 Ástandssviðsmyndir

Ástandssviðsmyndir lýsa mismunandi framtíðarmyndum, með áherslur á rökrænt innra samhengi í ímyndaðum framtíðarsviðsmyndum. Sviðsmyndirnar eru lýsing á niðurstöðu vegna áhrifa drifkrafta og atburða, t.d. vegna stjórnmalalegrar samþykktar eða breytingar á lögum, sem hafa haft áhrif í tiltekinn tíma. Þar sem gengið er út frá því, að framtíðin sé óörugg er venjulega gerð grein fyrir 3-5 ólíkum framtíðarmyndum, þar sem tekið er tillit til þess, að mismunandi drifkraftar munu hafa mismikil áhif. Mikilvægir drifkraftar geta komið fram óháð hver öðrum, þannig að mismunandi sambönd koma fram, t.d. getur verið um að ræða að mikill eða lítill hagvöxtur tengist ýmsum mismunandi samfélagslausnum.

Þessi gerð af sviðsmyndum er mikilvæg til þess að lýsa, hversu öflug viðkomandi stjórnunarmynstur eru gagnvart ytri þróun og breytingum í umhverfi. Forsenda þess að nota sviðsmyndirnar með þessum hætti er að aðgerðir í stjórnunarmynstri hafi ekki áhrif á sviðsmyndirnar.

9.2 Ferilssviðsmyndir

Ferilssviðsmyndir leggja meiri áherslu á að lýsa sjálfu breytingarferlinu en því ástandi, sem framtíðin býður upp á.

Sviðsmyndirnar sýna mismunandi þróunarferli háð því hvers konar öfl drífa framþróunina áfram. Tímabátturinn og rökræn atburðarás í framþróuninni skipta miklu máli. Í

ferilssviðsmyndum á samfélagssviði er oft notuð samþætting á milli atburða og drifkrafta fyrir utan kerfið sem og aðgerðir á sviðunum sjálfum sem eru hluti sviðsmyndarinnar. Tæknin er þá notuð til þess að búa til önnur stjórnunartæki.

Í aðalatriðum er hægt að þróa ferilssviðsmyndir með tvennum hætti. Sviðsmyndirnar byggjast á lýsingu á mismunandi framþróun með því að þættir í framþróuninni eru styrktir. Gengið er út frá atburðum, sem hafa verið í fortíðinni og síðan eru þessir atburðir styrktir eða þeim er breytt, þannig að þeir tilheyri framtíðinni. Þetta er nefnt sviðsmyndaþróun með framvinduspá. Í þessari aðferð er aðalatriðið að finna út, hvernig samþykkt markmið geti náðst með meðölum, sem eru í tengslum við aðra drifkrafta í framtíðarþróuninni.

Einnig geta sviðsmyndirnar tekið mið af sérstakri framtíðarmynd eða markmiði. Verkefnið er þá að lýsa því, hvernig mismunandi þættir gera það að verkum, að þessi framtíðarmynd skapist. Þarna verða menn að taka tillit til ólíkra drifkrafta og atburða.

Þessi framtíðarmynd hefur verið nefnd sviðsmynd út frá sögu fortíðar. Þarna er gert ráð fyrir að tengja ólík markmið hinum ýmsu sviðsmyndum og síðan að finna út með hvaða meðölum sé unnt að ná markmiðum, sem eru áhugaverð eða jákvæð.

Breytingar á reikniforsendum fyrir greiningu á ferilssviðsmyndum eru mikið notaðar í samgöngugeiranum. Þegar framvinduspáaáferðin er notuð er reiknað út, hvernig áhrif eru af mismunandi aðgerðaröðum, sem tengjast öðrum þáttum í framþróuninni. Þegar áferðin út frá sögu fortíðar er notuð eru mismunandi markmið sett í samband við hinar ýmsu sviðsmyndir til þess að greina, hvað beri að forðast, eða hvað muni geta dregið úr neikvæðum áhrifum.

Það er auðveldara að ná þverfaglegri eða þverpólítískri einingu um það, sem maður vill forðast, heldur en það sem maður vill ná fram.

10. Kostnaðarnytjagreiðing fyrir val um vegagerðarverkefni

10.1 Framvinda, ef ekki er ráðist í tiltekið vegagerðarverkefni

Ef um er að ræða, að ekki er ráðist í tiltekna framkvæmd þarf samt að gera lýsingu á viðkomandi vegakerfi, því að margar aðrar breytingar eiga sér stað í tímaframvindunni. Við lýsingu á tilteknum valkosti um framkvæmdir, þarf að taka tillit til annarra breytinga, sem samþykktar hafa verið, óháð fyrirhuguðum framkvæmdum, sem munu hafa áhrif á vandamál, sem eru fyrir hendi í umhverfi nútímans. Slíkar fyrirætlanir geta verið tengdar vegafamkvæmdum, eins og t.d. hjólastígur, bygging á öðrum innviðum, tilhögun á gegnumstreymisumferð, ný byggingarsvæði, eða önnur svæðisskipulagning. Framkvæmdir, sem lúta að skuldbindingum vegna eigin lagaákvæða eða tilskipana frá EFTA eða EU skal taka með í slíkt yfirlit.

Ef nýr vegbútur er settur í staðinn fyrir annan eldri, sem er styttri en sá gamli og betur gerður koma fram breytingar í rekstrarumhverfi fyrirtækis, sem starfar í tilteknu sveitarfélagi og notar veginn. Helstu breytingar eru væntanlega þær, að aksturskostnaður minnkar hlutfallslega og nýting fyrirtækjabifreiðar verður betri. Þessar upplýsingar er hægt að taka saman í almenna kostnaðarnytjagreiðingu. Kostnaðarnytjagreiðing á samfélagssviði er útreikningur á kostnaði og nytjum mælt í krónum og aurum, sem tiltekin aðgerð í velferðarmálum hefur í för með sér. Í slíkum greiningum eru heildarnytjar samfélagsins reiknaðar, sem summan af nytjum hvers einstaklings fyrir sig. Ef slíkt dæmi er reiknað fyrir tiltekið bæjarfélag eða afmarkað svæði verður ávallt að hafa í huga að um er að ræða beina notendur eins og ökumenn. Óbeinir notendur verða ávallt fyrir óþægindum eða ávinningi af slíkri breytingu, þannig að taka verður það með í reikninginn.

Þegar heildarneytendaáþati er reiknaður út er nauðsynlegt að taka tillit til áhrifa á umhverfi eins og hávaða og mengunnar, sem geta þýtt óvæntar breytingar á niðurstöðum. Nytjar af nýrri umferð, sem myndast vegna nýrra vegafamkvæmda er neytendaáþati allra þeirra, sem nota nýju veginna. Nýir vegir leiða til þess að fleiri nota leiðir, sem ekki voru notaðar áður, af því að þær voru hugsanlega of dýrar, eða þjónuðu ekki þeirra innri markmiðum.

10.2 Fjárfestingar í þágu samfélagsins

Þegar fjárfestingar til að bæta innviði samfélagsins eru metnar eru afleiðingar breytinganna, þ.e. tekjur og kostnaður, greindar í 25 ár, þó að líftími fjárfestinga sé alla jafna settur á 40 ár. Þegar um er að ræða vegna- eða gatnaframkvæmdir er óvissa um arðsemi ávallt mikil, en umferðarspár eru sá miðill, sem notaður eru til þess að meta arðsemi og sveiflur í henni eða vikmörk. Áreiðanlegar umferðarspár draga því úr óvissu um arðsemi vegafamkvæmda. Kostnaðarnytjagreiðing er ekki framkvæmd fyrir síðustu 15 ár líftíma vegafamkvæmdar. Fyrir þessi síðustu 15 ár er sett eitt fast gildi fyrir nytjar af framkvæmdinni. Bæði kostnaður (k) og nytjar (b) eru afvaxtaðar með tilteknum vöxtum. Vaxtaupphæðin er mat á fórnarkostnaði m.v. aðrar arðbærar framkvæmdir.

Almenn formúla fyrir mat á fjárfestingu (á núvirði) fyrir samfélagið verður því:

$$NV = -I_0 + (b_1 - k_1)/(1+r) + (b_2 - k_2)/(1+r)^2 + (b_n - k_n)/(1+r)^n = -I_0 + \sum (b_1 - k_1)/(1+r)^t$$

11. Arðsemi metin

Við mat á arðsemi er reynt að heimfæra kostnað og nýttar af tiltekinni framkvæmd á núvirði, en þá telja menn, að þeir hafi gert sér sem best grein fyrir fjárhagslegum ávinningi af framkvæmd eða kostnaði við hana og að þessar upphæðir liggi á borðinu, ef þessum aðferðum er beitt. Hin svonefnda núvirðisaðferð er hér kynnt með tvennum hætti. Annars vegar núvirðisaðferð án notkunnar innri vaxta og hins vegar núvirðisaðferð með notkun innri vaxta:

11.1 Núvirðisaðferðin án innri vaxta

Þetta mun vera algengasta aðferðin til þess að meta arðsemi framkvæmda. Hún felst í því að gera upp sjóðstreymi, sem sett er í framkvæmd (kostnaður) og það sjóðstreymi (tekjur) sem kemur úr framkvæmd. Ljóst er, að töluverð óvissa fylgir aðferðinni við mat á vegafamkvæmdum. Tímaþátturinn er það langur, að óvissa getur ríkt um umfang umferðar og notkun vegar. Umhverfispættir eins og veðurfar og náttúruhamfarir geta valdið skemmdum á vegi, þannig að viðhalds- og viðgerðarkostnaður eykst úr hófi fram.

11.2 Núvirðisaðferðin með notkun innri vaxta við mat á arðsemi

Þessi aðferð mun vera býsna algeng, en þá er um að ræða að núvirði kostnaðar er sett jafnt núvirði tekna, en þá samsvara reiknivextirnir þeim fjármunum, sem settir eru í framkvæmdina. Ef litið er á gatnagerð og vegafamkvæmdir sem bestunarvandamál, þá má líta svo á, að hver einstakur liður í arðsemislíkaninu beri tiltekna innri vexti. Stjórnvöld þurfa því að samhæfa krafta sína til þess, að sem mestur árangur náist og nýting af framkvæmdum verði sem best. Það getur hins vegar verið mjög erfitt verkefni, þar sem þá þyrfti að stýra athöfnum manna verulega, t.d. að velja fyrir þá akstursleiðir auk þess sem brýna þyrfti fyrir þeim að aka varlega, en þá mundi að sjálfsögðu draga úr arðsemisáhrifum tímasparnaðar í akstri.

12. Ástand vegna á Íslandi - Evrópustaðlar

Vegakerfi Íslendinga hefur tekið stórstíggum framförum á undanförunum árum. Þessu ber að þakka mikilli efnahagslegri velferð þjóðarinnar á undanförunum árum. Mikilvægum áfanga var náð 1974, er hringvegur var tengdur um allt landið. Ljóst er að töluverður hluti vegakerfisins er ávallt í hættu vegna mögulegra náttúruhamfara. T.a.m hafa vatnavextir undir jöklum valdið tjóni á vegum og brúm á Suðurlandi.

Vegir eru misjafnlega vel hannaðir og mismikið í þá lagt, þar sem fjárráð Vegagerðarinnar eru takmörkuð, auk þess sem umferðarþungi er misjafn á vegum og þungaflutningar langt frá því að vera jafndreifðir um landið. Ísland er þó hluti af alþjóðlegu vegakerfi og því ber landsmönnum að hanna vegi í samræmi við tiltekna staðla og halda þeim við, þannig að þeir uppfylli ákvæði staðlanna.

Almenna krafan varðandi ökutæki er sú, að þau standist svokallaðan EURO 4 staðal. Þetta er staðall sem gerir ráð fyrir frjálsum umferðarhraða á hraðbrautum í Þýskalandi og annars staðar í Evrópu. Allir nýir vegir eru teknir út í Evrópu með tilliti til þess, hvort þeir standist staðla, áður en þeir eru opnaðir.

Ástand vegna i okkar vegakerfi þykir víða óviðunandi. Það virðist því ekki fullt samræmi á milli krafna til farartækja og veganna sjálfra. Þetta þarf allt að skoða í víðara samhengi í nýrri samgönguáætlun.

13. Heimildir

Ágúst Einarsson (2005), Rekstrarhagfræði, Mál og Menning 2005

Axel Hall, Sólveig Jóhannesdóttir (2005) Forgangsröðun í samgöngum, skýrsla fyrir samgönguráð, Hagfræðistofnun HÍ

Axel Hall, Sólveig Jóhannesdóttir (2007), Forgangsröðun fjárfestinga í innviðum II, Hagfræðistofnun HÍ 2007

Daniel L. McFadden (1996): Rationality for Economics? Journal of Risk and Uncertainty Department of Economics, University of California, Berkley 1996

Einar Matson NTNU (NTH), 1996. Economic Analysis for Safety Management (námsfni í safety management við NTNU í Þrándheimi)

Guðmundur K. Magnússon (2004), Hættumörk: Viðskipta og hagfræðideild Háskóla Íslands

Farideh Ramjerdi, Lars Rand, Inger-Anne F. Sætermo, Kjartan Sælensminde (1997) The Norwegian Value of Time Study Part I, The Norwegian Value of Time Study Part II, Appendices, TOI report 379/1997

Haraldur Sigþórsson (2006), Kostnaður Umferðarslysa eftir alvarleika, Verkfræðistofan Línuhönnun

Snjólfur Ólafsson, Guðrún Mjöll Sigurðardóttir (2001) Fjárstreymi í samgöngum: Skýrsla til Vegagerðarinnar, Siglingastofnunar og Flugmálastjórnar, Hagfræðistofnun Háskóla Íslands

Vegstaðall 2001, Vegagerðin Reykjavík

Örn St. Sigurðsson (1994), Arðsemi gatnaframkvæmda - forsendur, Umferðardeild Borgarverkfræðings Verk nr. 93.202VST, Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. febr. 1994

Viðmælendur: Ýmsar munnlegar og skriflegar heimildir í gegnum tölvupóstsendingar:

Guðmundur Magnússon prófessor emerítus fyrrum rektor HÍ (Umfjöllun um kenningar nóbélverðalaunahafans McFaddens)

Jón Þorvaldur Heiðarsson dósent við Háskólann á Akureyri (svaraði fjölmörgum spurningum tengdum velferðarhagfræði og greiðsluviljaaðferðinni)

Stefán Kalmansson lektor Háskólanum á Bifröst (Stefán leiðbeindi um almenna hagfræðiteoría)

Tore Knudsen vísindamaður á SINTEF í Þrándheimi (Svaraði spurningum varðandi nálganir og efnistöku í norsku handbókinni Handbók 140)

Örn Steinar Sigurðsson yfirverkfræðingur VST (Vinna Arnar frá 1994 er grunnur fyrir þessa vinnu)